

સૃષ્ટિશાસ્ત્ર

ભાગ ૨ નો.

છઠ્ઠા ધોરણના વિદ્યાર્થીઓ તથા શિક્ષકો માટે

લેખક અને પ્રકાશક,

મથુરભાઈ કાળીદાસ પટેલ.

સુ. કલોલ (હાતર ગુજરાત).

આવૃત્તિ ૧ લી.

તકલ ૨૨૦૦.

(સર્વ પ્રકારના હક લેખકે સ્વાધીન રાખ્યા છે.)

અમદાવાદ.

“ શ્રી સત્યપ્રકાશ ” પ્રિન્ટિંગ પ્રેસમાં શા. પ્રેમચંદ
આલચંદ તથા કાલ્યાણાદ્ય સકરાભાઈ ગાંધીએ છાપ્યું.

કિંમત ચાર આના.

વિષયોની અનુક્રમણિકા.

વિષય.	પૃષ્ઠ.	વિષય.	પૃષ્ઠ.
પ્રસ્તાવના.	૧	પ્રકાશ અને તેનો ફેલાવો.	૩૩
પદાર્થ અને તેનાં ત્રણ રૂપ.	૧૩	પ્રકાશનું પરાવર્તન.	૩૫
પદાર્થોના ગુણ.	૫	પ્રકાશનું વક્રીભવન.	૩૮
પદાર્થોના સામાન્ય ગુણ.	૬	વિદ્યુત.	૪૦
ભજન.	૯	વીજળી. (આકાશી)	૪૩
ભજનનું સમતોલપણ.	૧૧	ચુમ્બક-લોકચુમ્બક.	૪૫
હાળ.	૧૨	હોકાયત્ર.	૪૭
શાસ્ત્ર.	૧૪	હવાની ઘટના.	૪૮
પેશ.	૧૬	હવાના વાયુઓના ગુણ.	૫૦
ચુરત્વાકર્ષણ.	૧૭	કાળીજીવં.	૫૪
ચુરત્વ અધ્યયનિંદુ.	૧૮	સૂર્ય.	૫૬
અવાજ.	૨૧	ચન્દ્ર.	૫૮
ગરમીની હિમતિ.	૨૨	ભુમ્બ.	૬૦
ગરમીની મતિ.	૨૬	શુક્ર.	૬૨
ગ્રહ ગરમી.	૨૯		

મુખ્ય વેચનાર

ભવનશાલ અમરસી મહેતા,

મિત્રનગર—પ્રિન્ટિંગવર્ક એન્ડ બુક્સ એજન્સી.

મીસ્ટરનારાયણ મેસ; સિવિલ ઇન્જિનિયરિંગ પાસે—અમદાવાદ.

ગુજરાત વિદ્યાપીઠ ગ્રંથાલય

[ગુજરાતી કૌંપીરાઝિટ વિભાગ]

અનુક્રમાંક ૩૫૨૮

વર્ગીક

પુસ્તકનું નામ સ્તુતિ ૨૧૧૨૩૧-૨

વિષય મધ્યકાલ : ૮૪૪૧.૩

જરૂરી શુદ્ધિપત્ર.



પૃષ્ઠ.	લીટી	અશુદ્ધ	શુદ્ધ
૩૩	૧૫	ઉત્ત્વચાસમાં	ઉત્ત્વચાસમાં
૩૪-૩૫-૩૬	૨૩, ૧૦, ૧૯	એળિયા	હેળિયા
૩૮	૭	પડખામાંથી	પડમાંથી
„	૧૭	કાચની	પાણીની
૪૪	૧૯	વસ્તુ ખેંચાઈ	વસ્તુ તરફ ખેંચાઈ
૪૬	૨૦	સ્થીર	સ્થિર
૪૮	૧૯	ખનેલો નથી	ખનેલો નથી પણ
૪૯	૧	ચડે છે	ચડે છે
„	૨૬	પડી	પાડી
૫૦	૩-૪	ગરમ થયેલો...	ગરમીથી ગરમ થયેલો
		—પણ તે ગરમીથી થયેલો	
૫૦	૧૩	અને. ૪	અને .૪
૫૧	૯	(×)	(+)
૫૨	૯	મૂકતાં તે	મૂકતાં
„	૧૬	જીવને	જીવનને
„	૧૭	હવામાં	હવામાંની
૫૫	૧૯	ભેરવી	ભેળવી
૫૯	૯	પૃથ્વીના પૃષ્ઠપર	પૃથ્વીનું પૃથ્વીના પૃષ્ઠપર
૬૧	૮	૩૦૦૦	૨૦૦ ^૦ કે ૩૦૦ ^૦
૬૨	૧૩	ઐટલે કાઠ વાર ગોળ,	ઐટલે ગોળ,



ગુજરાત વિદ્યાપીઠ ગ્રંથાલય
અમદાવાદ
ગુજરાતી કોપીરાઈટ-સંગ્રહ

૩૯૨૮

સૃષ્ટિશાસ્ત્ર.

ભાગ ૨ જો.

પદાર્થ અને તેનાં ત્રણ રુપ.

પદાર્થની વ્યાખ્યા:—જેને વાસ્તવિક રુપ હોય, અને જે અવકાશ રોકી શકે તે પદાર્થ કે દ્રવ્ય કહેવાય છે. ગરમીને રુપ નથી કે અવકાશ રોકી શકતી નથી. પ્રકાશ, છાયા, વખત, ખટાશ વગેરેને માટે પણ તેમજ છે તેથી એ પદાર્થ—દ્રવ્ય નથી. પાણી, પથ્થર, ઝાડ, ખરફ, વરાળ, હવા, વાદળાં એ દ્રવ્ય—પદાર્થ છે; કેમકે તેમને આકાર છે અને એ અવકાશને ઘેરે છે. વા—હવા દેખાતાં નથી છતાં હાથ વિંઝવાથી જણાય છે. ખાલી વાસણને પાણીમાં ઉંધું રાખીએ છીએ તો પાણી ભરાતું નથી પણ પરપોટા રુપે પવન નીકળી જાય છે ત્યારે જ પાણી અંદર પેસે છે. ચોરડામાં ધૂમાડો છવાઇ જાય છે ત્યારે ચોરડાનો આકાર ધારણ કરે છે એથી વાયુને રુપ—આકાર છે અને તે અવકાશ ઘેરે છે તેથી એ પદાર્થ કે દ્રવ્ય છે.

પદાર્થનાં ત્રણ રુપ:—સૃષ્ટિના સઘળા પદાર્થ ૩ મોટા વિભાગમાં આવી જાય છે. ૧ ધન પદાર્થ, ૨ પ્રવાહી પદાર્થ, ૩ વાયુરુપ પદાર્થ.

ધન પદાર્થ:—પથ્થર, ઢેકું, ખડીચો, કપડું, અનાજ, ઝાડ, પેન્સીલ વગેરે ધન રુપ—નક્કર રુપ પદાર્થ છે. આ પદાર્થોને અમુક આકાર હોય છે અને દબાણ ન કરીએ તો એ આકારમાં ફેરફાર થતો નથી. ચાકના ગાંગડાને પેટીમાં મૂકા કે વાસણમાં મૂકા તોપણ એકજ આકાર રહે છે. જ્યારે બળ વાપરીને એટલે કે દબાણ કરીને ભાગીએ છીએ ત્યારેજ એ આકાર બદલાય છે. ખાંડની ગાંગડીને અમુક આકાર છે અને તેને વાડકામાં મૂકા, ખાલામાં મૂકા કે તપેલીમાં મૂકા તોપણ તેજ આકારની રહે છે, પણ જ્યારે પાણીમાં નાંખીએ છીએ ત્યારેજ આકાર—રુપ બદલાઇ જાય છે; લોહનો કકડો ગમે તેટલા દિવસ ઘરમાં રાખી મૂકીએ તોપણ એમાં કંઈ ફેરફાર થતો નથી, પણ

ન્યારે લુહાર ભટ્ટીમાં મૂકી ખૂબ ગરમી આપે છે ત્યારે પીગળે છે યા ટીપી આકાર ફેરવે છે ત્યારેજ ફેરે છે. સૃષ્ટિના દરેક પદાર્થ અસંખ્ય પરમાણુથી બનેલા છે. પદાર્થના વિભાગ કરતાં જેના પછીથી ગમે તેવાં સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રો અને ખારીક શાસ્ત્રોથી વિભાગ થઇ શકે નહિ તે ભાગ પરમાણુ કહેવાય છે. સૃષ્ટિના તમામ પદાર્થ આ પરમાણુઓના મેળાપથી બને છે. પરમાણુઓના મેળાપ કરાવનાર શક્તિ સંબંધાકર્ષણ (આકર્ષણ-ખેંચાણ કરી સંબંધ કરી આપનાર)-સ્નેહાકર્ષણ (ખેંચાણ કરી સ્નેહ કરનાર) કહેવાય છે. ધન પદાર્થમાં આ સ્નેહાકર્ષણશક્તિ વિશેષ હોવાથી આકારમાં દબાણ સિવાય ફેરફાર થઇ શકતો નથી તેથી એનો આકાર નિયમિત રહે છે. આકાર નિયમિત હોવાથી અવકાશ સરખોજ રહે છે.

પ્રવાહી પદાર્થ—જે પદાર્થ પાણીની પેઠે વહે છે તે પ્રવાહી પદાર્થ કહેવાય છે. પાણી, તેલ, દીવેલ, મધ, દારુ, પારો, શેરડીનો રસ, તાડી, દૂધ, છાશ, શાહી વગેરે પ્રવાહી પદાર્થ છે. પ્રવાહી પદાર્થને પોતાનો ખાસ આકાર નથી, પણ જે વાસણમાં ભરીએ તે વાસણનો આકાર તે ધારણ કરે છે અને તેની સપાટી એક સરખી રહે છે. એક વાસણમાંથી બીજા વાસણમાં રેડતાં આકાર બદલાય છે. વાસણમાં ન ભરતાં સરખી સપાટીપર રેડતાં ઢળતી જગા તરફ પથરાઇ જાય છે. એક વાસણમાં ભરેલું પાણી તેના જવડા કે મોટા બીજા વાસણમાં સમાઇ જાય છે, પણ ન્હાના વાસણમાં સમાતું નથી. વાસણ પ્રમાણે આકાર ફેરે છે પણ કદમાં-પરિમાણમાં (અવકાશના માપમાં) વધઘટ થતી નથી. ન્હાને પ્યાલામાં રેડો, તેમાંથી વાડકામાં રેડો કે રકાખીમાં રેડો છતાં જગો સરખીજ રહે છે. શેરીઆ માપના લોટામાં શેર દૂધ સમાતું નથી અને ૧૧ શેર માપવાળા લોટામાં શેર દૂધ રેડતાં લોટો ભરાઇ જતો નથી. પાણી અસંખ્ય પરમાણુઓનું બનેલું છે. પાણીના દરેક ટીપામાં પણ અસંખ્ય પરમાણુઓ હોય છે. આ પરમાણુઓ સ્નેહાકર્ષણથી જોડાઇ પાણીરૂપ પદાર્થ બને છે. એ શક્તિથીજ પ્રવાહી પદાર્થનાં ટીપાં બંધાય છે. પ્રવાહી પદાર્થોમાં સંબંધાકર્ષણશક્તિ હોય છે પણ ધન પદાર્થના જેટલી બેરાવર હોતી નથી તેથી એની રજકણ-પરમાણુ છૂટી રહે છે અને છૂટી

રજકણોથી વાસણુ પ્રમાણે આકાર ધારણુ કરે છે; પણ વાસણુ બદલાતાં એ શક્તિમાં ફેરફાર થતો નથી તેથી અવકાશ સરખોજ રોકાય છે અને તરતાં પરમાણુઓને લીધેજ નિયમિત રજકણો ગોઠવાઈ જઈ સપાટી સરખી રહે છે.

વાયુરુપ પદાર્થ—વરાળ, હવા-પવન ધૂમાડો એ વાયુરુપ પદાર્થ છે. વરાળ દેખાય છે પણ હવા દેખાતી નથી. ખરી રીતે વરાળ પણ દેખાય નહિ. હવામાંની બીનાશથી વરાળ ઘટ્ટ રુપે થવાથીજ દેખાય છે. હવાને આકાર નથી પણ જે વસ્તુમાં ભરીએ તે વસ્તુનો આકાર ધારણુ કરે છે; અને અવકાશ પણ વસ્તુ પ્રમાણે ઓછો વત્તો રોકે છે. વાસણુમાં કે અમુક અવકાશમાં ન ભરતાં ખુલ્લો મૂકતાં પવન ફેલાઈ જાય છે. મોટા વાસણુની વરાળ, ધુમાડો કે હવા ન્હાના વાસણુમાં સમાય અને ન્હાના વાસણુની મોટા વાસણુમાં સમાય છે.

વાયુરુપ પદાર્થમાં સ્નેહાકર્ષણબળ હોતું નથી. વરાળ એ વાયુનું મંદ રુપ છે તેથી એમાં સહજ સ્નેહાકર્ષણ હોય છે, પણ પાણીના જેટલું નહિ હોવાથી સપાટીની મર્યાદા રહેતી નથી એટલે તે સરખી સપાટીએ નહિ રહેતાં ફેલાઈ જાય છે. વાયુરુપ પદાર્થમાં સ્નેહાકર્ષણબળ તો હોતું નથીજ પણ ઉલટું પ્રતિસારક-પરમાણુઓને દૂર ધકેલવાનું બળ હોય છે તેથી આ પદાર્થનાં પરમાણુઓ હંમેશ ગતિમાં હોય છે તેથી એમને ચોક્કસ આકાર નથી અને ચોક્કસ અવકાશમાં તે સમાતાં નથી એટલે ચોક્કસ કદ નથી.

પદાર્થના ૩ વર્ગ રુપને લીધે પડ્યા છે. પાણી પ્રવાહી રુપ છે તે ટાઢથી ફરતાં બરફ થાય એટલે ઘન પદાર્થ અને અને વરાળ રુપે વાયુરુપ પદાર્થ અને. ધાતુ ઘન પદાર્થ છે છતાં સખત ગરમીથી ઉકળી પ્રવાહી થાય છે. મધ ઠરી ઘનરુપ થાય છે. ઘી ઠરતાં ઘનરુપ, પીગળતાં પ્રવાહી રુપ અને બળતાં વાયુરુપ ધારણુ કરે છે. કપૂર ઘનરુપ છે, ને ગરમીથી પીગળતાં એકદમ વાયુરુપ ધારણુ કરે છે. આ પ્રમાણે રુપ બદલતાં સ્નેહાકર્ષણ બદલાય છે એટલે આકાર અને કદનો ગુણુ રુપ પ્રમાણે રહે છે.

પદાર્થના ગુણ.

ખાસ અને સામાન્ય ગુણ—સૃષ્ટિમાં અસંખ્ય પદાર્થ છે અને ફેરફાર પદાર્થમાં જૂદા જૂદા ગુણુ હોય છે. કાચમાંથી જોઈ શકાય છે, પાણી-

માંથી જાંબુ દેખાય છે, માટીમાંથી બિલકુલ દેખાતું નથી. આ પ્રમાણે અ-
મુકજ વસ્તુમાં રહેલા ગુણ એ વસ્તુના ખાસ ગુણ કહેવાય છે; જેમકે પાર-
દર્શકતા એ કાચનો ખાસ ગુણ છે. બધી વસ્તુમાં એ ગુણ હોત તો વસ્તુ
માત્રનો એ સામાન્ય ગુણ કહેવાત.

પદાર્થના સામાન્ય ગુણ.

સૃષ્ટિના અસંખ્ય પદાર્થમાં એક સરખા ગુણ રહેલા છે તે પદાર્થના
સામાન્ય ગુણ કહેવાય છે.

દરેક પદાર્થમાં સામાન્ય ગુણ ૭ છે—(૧) દરેક પદાર્થ અમુક
અવકાશ રોકે છે; (૨) દરેક પદાર્થ વિભાજ્ય છે; (૩) દરેક પદાર્થ
સન્નિધ્ન-છિદ્રવાળો હોય છે; (૪) દરેક પદાર્થ સ્થિતિસ્થાપક છે;
(૫) દરેક પદાર્થ વજનદાર-વજનવાળો-ભારવાળો છે; (૬) દરેક
પદાર્થ જડ છે; (૭) દરેક પદાર્થ અવિનાશી છે.

(૧) દરેક પદાર્થ અમુક જગા રોકે છે અને તે જગામાં બીજી
વસ્તુ મૂળ વસ્તુને ખસેડ્યા સિવાય રહી શકતી નથી. પાણીના પ્યાલામાં પૈસો
નાખીએ તો તળિયે પાણીને ખસેડી પૈસો બેસે છે. ભરેલા પ્યાલામાં હાથ
બોળતાં પાણી બહાર નીકળી જાય છે; કેમકે હાથને લીધે પાણીને ખસવું
પડે છે. કાગડને કુંજમાંથી પાણી પીવું હતું તેથી કાંકરા નાખી પાણી ઉંચું
ચઢાવ્યું હતું. કાંકરા તળિયે બેસતાં પાણી ખસી ઉંચું ચઢ્યું. વાસણમાંના પવ-
નને પાણી ભરાતાં બહાર નીકળવું પડે છે અને પવન અંદર હોય ત્યાં સુધી
પાણીથી પેસાતું નથી.

છાયામાં કે તાપમાં ચોપડી છાયાને કે તાપને ખસેડ્યા વગર મૂકી શકાય
તેમ પદાર્થમાં કશું ખસેડ્યા સિવાય ગરમી દાખલ કરાય; પણ છાયા, તાપ,
ગરમી એ પદાર્થ નથી તેથી અવકાશ રોકતાં નથી તેથી જ એમ બને છે.

(૨) વિભાજ્યપણું—પરમાણુઓને ધૂટાં પાડવાં તે એક કાગળની
કાપલીના બારીક ચપ્પુ અને સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી અસંખ્ય ભાગ થઇ શકે,
રંગની એક બારીક ગાંડીને દશ શેર કે ૨૦ શેર પાણીમાં ઓગાળી અસંખ્ય
રંગકણો કરી શકીએ, ખાંડને ચૂકા કે દૂધમાં નાખી હલાવી ઓગાળી નાખીએ,

મીઠાની કાંકરી ખાવાના પદાર્થમાં ઓગાળી નાખીએ, કસ્તૂરીના ૧ કણથી ઓરડાને
એ વરસ સુધી વાસવાળો બનાવી શકીએ અને એ રીતે ઘન, પ્રવાહી કે વાયુ
રુપ પદાર્થના અનેક ભાગ કરી શકીએ. આમ પદાર્થના વિભાગ કરતાં પરમાણુ
સુધી જવાય છે અને પરમાણુ એ વિભાજ્યતાની સીમા છે; કેમકે પરમાણુના
વિભાગ થઈ શકતા નથી.^૧

(૩) સૃષ્ટિનો દરેક પદાર્થ પરમાણુઓ મળવાથી બનેલો છે
પણ પરમાણુઓની વચ્ચેમાં છિદ્ર હોય છે. કેટલાક પદાર્થનાં છિદ્ર નજરે
દેખાય છે અને કેટલાકનાં નજરે દેખાતાં નથી. પ્રાણીઓનાં શરીર છિદ્રાળુ
હોવાથી પરસેવો નીકળે છે. માટી ઉપર પાણી રેડતાં તેમાં છિદ્રો હોવાથી
અંદર ઉતરી જાય છે. લાકડામાં છિદ્ર હોય છે, તેથી પાણી શોષાઈ જાય
અને બહાર પણ ઝરપે છે. સોના જેવી કઠણ ધાતુમાંથી પણ પાણી ઝરપે
છે. પાણીમાં ખાંડ નાંખતાં ખાંડની રજકણો પાણીનાં છિદ્રોમાં ભરાઈ જાય છે
તેથી પાણી અને ખાંડના વજન કરતાં મિશ્રણનું વજન કમી થાય છે અને
કદમાં પણ વધારો થતો નથી. પદાર્થ વાયુ કે બીનાશને ચૂસે છે તેથી પણ
તે છિદ્રાળુ છે એમ સમજાય છે. પદાર્થ સચ્છિદ્ર હોવાથી દબાણથી દબાય છે.
દબાવાથી વજનમાં ઘટ પડતી નથી પણ કદમાં ઘટે છે. છિદ્ર હોવાથી ગરમીથી
પદાર્થ ફૂલે છે અને ઠંડકથી સંકોચાય છે. છિદ્ર થોડાં તેમ સંકોચ કમી હોય
છે. ઘન અને દ્રવ પદાર્થ કમી સંકોચાય છે પણ વાયુ પદાર્થ બહુ સંકોચાય છે;
કેમકે એ વધુ છિદ્રાળુ છે. ઘન પદાર્થોમાં વાદળી, કાલસો, બુચ વધુ છિદ્રાળુ છે.

(૪) સ્થિતિસ્થાપકતા—સ્થિતિ સ્થાપન કરવાપણું—મૂળ સ્થિતિ
ધારણ કરવી તે. આકાર બદલાતાં છતાં અસલ આકાર ધારણ કરવાનું બળ
કરે તે સ્થિતિસ્થાપકતા કહેવાય છે. હવા દાખી શકાય છે—હવાનો ભરેલો
પુકો દબાય છે અને દબાણ દૂર થતાં (હવા) પ્રસરી મૂળ રુપ ધારણ કરે છે.
એ સ્થિતિસ્થાપકતા છે. બુચ દાખતાં દબાય છે અને વળી મૂળ રુપ ધારણ
કરે છે. શીશાના સાંકડા મુખમાં બુચ દાખી બેસાડતાં મૂળ રુપ ધારણ કરતાં

૧. હાલ શોધ થઈ છે કે પરમાણુના પણ વિભાગ થાય છે અને એમ
વિભક્ત કરતાં છેવટે જે અવિભાજ્ય રહે છે તે ઈલેક્ટ્રોન કહેવાય છે.

મૂખ બરાબર બંધ થાય છે. મગરમચ્છનું હાડકું, નેતર, કમાન કાંટાની પોલાદની કમાન ખેંચતાં ખેંચાય છે અને મૂકતાં મૂળ રુપે બની જાય છે એ સ્થિતિ-સ્થાપકતાને લીધે થાય છે. ઘાટ બદલવા બળ કરવું પડે અને બળ લઈ લેતાં ઘાટ મૂળ રુપ ધારણ કરે ત્યારેજ સ્થિતિસ્થાપકતા કહેવાય છે. બીની માટીના બળથી ઘાટ બદલાય છે પણ પછી બળ લઈ લેતાં મૂળ રુપ ધારણ થતું નથી. ઘન પદાર્થમાં એકંદરે આ ગુણ કમી હોય છે; કેમકે એ રુપે પદાર્થનું પ્રસરણ કે સંકોચન કમી હોય છે, છતાં થોડો પણ એ ગુણ તો છેજ. જેમાં વિશેષ ગુણ છે તે નજરે પડે છે અને બીજામાં નજરે દેખાતો નથી.

(૫) પદાર્થ પરમાણુઓથી બને છે. દરેક પરમાણુપર પૃથ્વીના મધ્ય બિન્દુમાંથી આકર્ષણ થાય છે. પદાર્થ ગમે તે રુપમાં હોય છતાં હરકોઈ પદાર્થના દરેક રજકણુપર સરખું આકર્ષણ થાય છે. સોનાના, વરાળના અને પાણીના દરેક રજકણુપર સરખું આકર્ષણ થાય છે તેથી પદાર્થના રજકણુના પ્રમાણમાં આકર્ષણ વધતું ઓછું થાય છે. એટલે જે પદાર્થમાં પરમાણુ વધુ તેના પર આકર્ષણ વધારે થાય છે. વાયુ કરતાં પાણીમાં રજકણુ વધુ હોય છે, પાણી કરતાં મધમાં વધારે છે, મધ કરતાં પૈસામાં-ઘાતુમાં વધારે છે-ઘાતુમાં પિત્તળ કરતાં સોનામાં પરમાણુ વધુ છે, તેથી વાયુ કરતાં પાણીમાં, પાણી કરતાં મધમાં, મધ કરતાં ઘાતુમાં-ઘાતુમાં સોનામાં વજન વધારે છે. વાયુમાં પણ વજન છે; કેમકે વાયુના પરમાણુપર આકર્ષણ થાય છે. ખાલી ચંચુનું વજન વાયુવાળા ચંચુ કરતાં કમી થાય છે.

સ્નેહાકર્ષણથી પદાર્થનાં પરમાણુ જોડાય છે અને આકર્ષણબળથી પદાર્થમાં વજન હોય છે. સ્નેહાકર્ષણ વધુ તેમ પરમાણુ વધુ સંજોડ હોય છે તેથી તેવા પદાર્થપર આકર્ષણ પણ વધુ થાય છે તેથી તે પદાર્થ વધુ ભારે હોય છે.

(૬) પદાર્થ સ્થિર હોય તો પોતાની મેળે ગતિમાં આવતો નથી અને ગતિમાં હોય તો પોતાની મેળે સ્થિર થતો નથી. આ ગુણ જડત્વગુણ કહેવાય છે. આકર્ષણને લીધે પદાર્થ સ્થિર રહે છે પણ ધક્કો લાગતાં આકર્ષણબળ નરમ પડે છે તેથી પદાર્થમાં ગતિ આવે છે. લખોટો ગબડાવતાં હીસી જમીનપર દૂર જાય છે અને ખડખડી જમીનપર નજીકમાં અટકી

પડે છે. જમીનનો ખડખડો ભાગ પદાર્થની ગતિને નરમ પાડે છે પણ લીસી જમીનપર એ અટકાવ ન હોવાથી ગતિ ચાલુ રહે છે. એથીજ જમીનપર ચાલતી ગાડીની ગતિ તરત અટકી પડે છે ત્યારે સપાટ રેલ્વેપર ડ્રોમો દૂર સુધી ચાલ્યો જાય છે. આમ છતાં પણ લીસા રસ્તાપર ગતિમાન કરેલો પદાર્થ અટકી જાય છે ખરો. હવામાં ફેંકેલો પદાર્થ હવાનાં પરમાણુને અથડાતાં ગતિમાં મંદ પડે છે અને હવા લઇ લેતાં પણ ગતિ મંદ પડ્યા વગર રહેતી નથી. ગતિ મંદ કરનાર પૃથ્વીનું આકર્ષણ છે. પૃથ્વી દરેક પદાર્થને મધ્ય બિન્દુમાંથી પોતાના તરફ ખેંચે છે તેથી પદાર્થની ગતિ ધીમે ધીમે નરમ પડી અંધ પડી જાય છે. પદાર્થમાં પોતામાં સ્થિર થવાનો શુભ નથી. આકર્ષણ ન હોય તો રેલ્વે પર ડ્રોમો ગતિમાન કરતાં નિરંતર ચાલ્યાજ કરે.

(૭) કોઈ પણ પદાર્થનો નાશ થતો નથી પણ રૂપાંતર થાય છે એટલે પરમાણુઓ વેરાઈ જાય છે. પાણીમાં ખાંડ, પતાસું, મીઠું, નાશ થતું નથી પણ ધન રૂપમાંથી પ્રવાહી રૂપમાં બદલાઈ પાણીમાં ભળી જાય છે. દેવતા પર પાણીની તપેલી મૂકતાં પાણી કમી થઈ જાય છે યા બિલકુલ રહેતું નથી, એમાં પાણી નાશ પામતું નથી પણ વરાળરૂપ-વાયુરૂપ ધારણ કરી હવામાં ભળી જાય છે. કાલસો બળતાં કાર્બન ઑક્સીજન સાથે મળી જાય છે અને ખનિજ રક્ષા નીચે રહે છે. એટલે કાલસો નાશ પામ્યો નથી પણ જૂદા જૂદા પરમાણુઓમાં ભળી રૂપાંતર પામ્યો. સૃષ્ટિમાં કશું નવું થતું નથી. છૂટાં પરમાણુઓ જૂદી જૂદી સ્થિતિમાં ગોઠવાઈ પદાર્થ રૂપે દૃશ્ય થાય છે. પાણી વરાળ રૂપ ધારણ કરે છે, વરાળ વાદળાં રૂપ ધારણ કરે છે, વાદળાં વરસાદ રૂપે પડે છે, પાણી ખરક રૂપ ધારણ કરે છે, એમ માત્ર પરમાણુઓનો ફેરફાર થઈ રૂપાંતર પામે છે. જે નથી તે નાશ પામતું નથી એટલે પદાર્થ અવિનાશી છે.

બળ.

સ્થિર અને ગતિમાનનો ભેદ.—પૃથ્વી સ્થિર નથી પણ પોતાની ધરી ઉપર ફરે છે તેથી પૃથ્વી પરનો દરેક પદાર્થ પૃથ્વીની સાથે ફરતો હોવાથી હંમેશા ગતિમાં હોય છે છતાં ઘર, ઝાડ, ખેડેલાં, ઉભાં રહેલાં કે ચૂતેલાં મનુષ્ય પશુ પક્ષી, સ્ટેશન ઉપર ઉભી રહેલી ગાડી વગેરે પદાર્થ

સ્થિર કહેવાય છે, અને નદીનું વહેતું પાણી, દોડતી ચાલતી ગાડી, ઉડતું પક્ષી, ચાલતાં વાહનાં, વહેતો પવન, રમતો દોડતો છોકરો, ફરકતી ધ્વજ, ઉંચે ચઢતી વરાળ વગેરે પદાર્થ ગતિમાં છે એમ કહેવાય છે. જે પદાર્થ આસપાસની વસ્તુના સંબંધમાં પોતાનું સ્થળ બદલતો નથી તે સ્થિર છે અને જે સ્થળ બદલે છે તે ગતિમાં છે એમ કહેવાય છે. ગાડી સ્ટેશન પર રહે છે ત્યાં સુધી સ્થિર કહેવાય છે પણ સ્ટેશન પર ઉભી રહેલી ગાડી સ્ટેશન છોડે છે એટલે ગતિમાં છે એમ કહેવાય છે. પોપટ ડાળી પર બેઠેલો હોય ત્યારે સ્થિર કહેવાય છે પણ ડાળી તથા દૂર ખસે છે ત્યારે ગતિમાં છે એમ ગણાય છે. ગતિમાન પદાર્થ બીજા પદાર્થના સંબંધમાં ચટકા પડે ત્યારે સ્થિર થયો કહેવાય છે. ગડબડતી લખોટી જમીન પર ચટકા પડી તે સ્થિર થઈ કહેવાય. સ્થિર પદાર્થ સ્થળ બદલે એટલે ગતિમાન થયો કહેવાય.

બળ—સ્થિર પદાર્થને સ્થળાંતર કરવાને બળ વાપરવું પડે છે. માણસ, પશુ, પક્ષી વગેરે પ્રાણીઓ પોતાની શક્તિ વાપરી ગતિમાન થાય છે. વધુ શક્તિ વાપરતાં વધુ ચલાય છે, થોડીથી થોડું ચલાય છે અને બિલકુલ શક્તિ નહોતો તો ચલાતું નથી. આગગાડી એન્જીનના બળથી ચાલે છે, બળ કરી ફેંકવાથી પથ્થરો દૂર જાય છે, ડાળીને હાથના બળવડે ઉંચી નીચી કરાય છે. એટલે પદાર્થને ગતિમાન કરવાને બહારથી બળ વાપરવું પડે છે; બળ થયા વગર સ્થિર પદાર્થ ગતિમાન થતો નથી.

ગતિમાન પદાર્થને સ્થિર કરવાને પણ બળની જરૂર પડે છે. પદાર્થ પોતે જેમ ગતિમાન થઈ શકતો નથી તેમ ગતિમાન પદાર્થ જાતે સ્થિર થઈ શકતો નથી. પદાર્થના જડત્વ ગુણમાં—સ્થિર અથવા ગતિમાન અવસ્થામાં બહારની ઉપાધિ વડે વિકાર-ફેરફાર થાય છે એ ઉપાધિ-બળ કહેવાય છે. બળ સિવાય પદાર્થોની અવસ્થામાં વિકાર થતો નથી.

બળથી કેટલીકવાર વિકાર થયેલો આખવડે જોઈ શકાય છે અને ઘણીવાર જોઈ શકાતો નથી. ભીંતને ધક્કો મારતાં ભીંત ગતિમાન થતી નથી. બે મણ કુસ્તી કરતા હોય તેમાં એક બીજાને માથું મારી પાડી નાખવા તજવીજ કર્યા છતાં પડે નહિ છતાં બળ વપરાય છે. કાટ તોડવા તોપનો ગોળો ફાટતો

હાગી પાછો પડે છે છતાં ગોળે કાટપર બળ તો વાપર્યુંજ છે. આ ઉપરથી બળની વ્યાખ્યા આ પ્રમાણે થાય. જે ઉપાધિથી પદાર્થની અવસ્થામાં વિકાર થાય અથવા વિકાર કરવાનો પ્રયત્ન થાય તે ઉપાધિબળ કહેવાય. ખાલી ગોળાએ કાટના સંબંધાકર્ષણમાં—મજબુતાઈમાં વિકાર તો કરેલો હોય છેજ. છેલ્લા ગોળાથી કાટ તૂટી પડે છે એમ નજરે દેખાય છે, પણ ખરી રીતે તમામ ગોળાના બળના સરવાળાથીજ કાટ તૂટી પડે છે એટલે બળ વાપરેલું દેખાય નહિ તોપણ પદાર્થની અવસ્થામાં વિકાર કર્યા વગર રહેતું નથી.

બળનું સમતોલપણું.

બળો વાપર્યા છતાં સ્થિર પદાર્થ ગતિમાં આવે નહિ ત્યારે બળોતું સમતોલપણું થયું કહેવાય છે. એક ત્રાજવામાં ૫ રતલનું કાટલું મૂકીએ અને બીજામાં ૫ રતલ ઘઉં ભરીએ અને પછી બેખીએ તો દાંડીમાં ગતિ (ઉંચી નીચી થવાની ગતિ) આવતી નથી. દોરડાને બે બાજુએથી છોકરા ખેંચે છતાં દોરડું એકે તરફ ખેંચાઈ જતું નથી. ત્રાજવામાંથી કાટલું ઉપાડી લેતાં ઘઉંવાળા ત્રાજવા તરફની દાંડી નીચે નમે છે અને ત્રાજવું જમીનપર ખસે છે; એક તરફના છોકરા દોરડું છોડી દે છે એટલે બીજી તરફ ખેંચાઈ જાય છે. આ બીજી તરફના છોકરા પડી જતાં પણ દોરડું ગતિમાન થાય છે. આ રીતે પદાર્થને ગતિમાન કરવા બળ તો વપરાય છે છતાં નજરે દેખાતું નથી એ ઉપરથી નિયમ અંધાય છે કે બે સમાન—સરખાં અને સામસામે વપરાતાં બળ એક બીજાનો નાશ કરે છે. બળનો નાશ થવાથી પદાર્થ જડત્વશુભે લીધે ગતિમાન થતો નથી.

ભીંતને ધક્કો માર્યો, ભીંત હાલી નહિ, મલ્લને લાત મારી, મલ્લ હાલ્યો નહિ એમાં બળની સમતોલતા નથી. ભીંતમાં ને મલ્લમાં સ્થિર રહેવાની શક્તિ વપરાયેલા બળ કરતાં વિશેષ હોવાથી ગતિ મળતી નથી તેથી સમતોલપણામાં સામસામે બળ વપરાવું જોઈએ.

જેમ બે સમાન અને સામસામે વપરાતાં બળ એક એકનો નાશ કરે છે તેમ ચોતરફ સીધી લીટીમાં સામસામે વપરાતાં બળ પણ નકામાં જાય છે. હાકડાના કડકાને ચોતરફથી બાંધી સીધી લીટીમાં સામસામે સમાન બળ

વપરાતાં લાકડું ગતિમાન થતું નથી. એક દિશામાં વપરાયેલાં બળોની અસર બળોના સરવાળા જેટલી થાય છે. એક એન્જન આગગાડીને ખેંચે અને એક પાછળથી ધકેલે એટલે એકજ દિશામાં પદાર્થને ગતિમાન કરવાને બળ વપરાય છે તેથી બન્ને એન્જનના બળ જેટલી આગગાડીમાં ગતિ આવે છે.

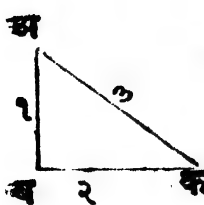
સમતોલપણાથી પદાર્થ સ્થિર રહે છે અને ગતિમાન પદાર્થ પણ સ્થિર થાય છે. ગતિમાન કરેલો પદાર્થ આકર્ષણ અને ધસારા કે અટકાવથી બળ નરમ પડી આકર્ષણ જેટલું રહેતાં સ્થિર થઇ જાય છે. વાંસને બે તરફ સમતોલ રાખી નટ દોર પર સ્થિર રહે છે; કેમકે સમતોલપણાથી તેનામાં ગતિ આવતી નથી એટલે પડી જતો નથી.

ઢાળ.

ઢાળ—ત્રાંસો સપાટ ચઢાવ. ધરમાં મેડાપર ચઢવાને ગોઠવેલો દાદર એ ઢાળ છે. કુંગર પર ચઢવાને બનાવેલા માર્ગ ઢાળ ઘાટના હોય છે. સીધા ચઢવા કરતાં ઢાળ પર ચઢવાને બળ થોડું વાપરવું પડે છે. દાદર ઢાળ પડતા ન ગોઠવતાં સીધા કરવામાં આવે તો ત્રણ ચાર માળ ચઢવાનું કામ મુશ્કેલ થઇ પડે. સીધા કુંગર પર ચઢાતું નથી અને ચઢે છે તો ધણો થાક લાગે છે, પણ ઢાળપડતો માર્ગ ક્યો હોય તો વગર થાકે ચઢી શકાય છે. ગાડીઓ, ઘોડાઓ અને આગગાડીઓ ઢાળ પર દોડાવવાં સુગમ પડે છે.

ઢાળ એ એક યંત્ર-યાંત્રિક શક્તિ છે. એનાથી થોડા બળે વધારે અટકાવ દૂર કરી શકાય છે યા થોડા બળે વધારે વજન ઊંચું ચઢાવી શકાય છે.

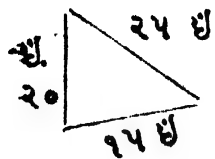
ઢાળને આપણે સાધારણ રીતે ઢોળાવ—ઢળતી ધીમે ધીમે નીચે ઉતરતી જગો કહીએ છીએ. ધરનું ઢાપરું બે તરફ ઢાળવાળું હોય છે. બંગલાના આકારનું ઘર ચોતરફ ઢાળવાળું હોય છે. ઢાળનું પૃષ્ઠ એ ઢાળની લંબાઈ છે. પાસેની આકૃતિમાં અ ક લીટી ઢાળ કે ઢાળની લંબાઈ છે. અ સ્થળથી અ સ્થળ પર વજન ચઢાવવું હોય તો સીધું ચઢાવવાને વધુ બળ કરવું પડે, પણ ક અ ઢાળ માર્ગે થોડા બળે ચઢાવી શકાય. આ ઢાળમાં અ બ લીટી પાથો છે. અ બ પાથ



સાથે **બ ડ ક ખૂણો** પાડી **અ ક** ઢાળ કરેલો છે. આ ખૂણાના પ્રમાણમાં ઢાળ લાંબો ટુંકો થાય છે. એ ખૂણો જેમ ન્હાનો તેમ ઢાળ ટુંકો અને એકદમ ઉતરતો થાય અને એ ખૂણો જેમ પહોળો હોય તેમ ઢાળ લાંબો અને ધીમે ધીમે ઉતરતો થાય છે.

લાભ:—પાટીઆ પર પથર મૂકી ધીમે ધીમે ઉંચું કરતાં પથર સ્થિરજ રહે છે પણ વધુ ઉંચું થતાં પથર ખસવા માંડે છે. પથરને બદલે કડાવાળો મણિકો મૂકી તેને દોરી આંધી દોરીને પાટીઆના ઉપરના છેડા પરથી નીચે સામી તરફ ઉતારી તેને છેડે વજન આંધીએ એટલે મણિકો ખસતો નથી. વજન નાનું છતાં મણિકો સ્થિર રહે છે, પણ જેમ જેમ પાટીઉં ઉંચું થતું જાય તેમ તેમ કાટલું વધારવું પડે છે અને પાટીઉં તદ્દન ઉંચું થતાં ૧ મણનું કાટલું ભ્રષ્ટ્ર થાય છે. વળી પાટીઉં ઢાળ પડતું કરતા જમ્બે તેમ તેમ કાટલું કમી કરી શકાય છે. જેમ ઢાળ વધુ તેમ પદાર્થ પડી જવાની દહેશત કમી—બળ કમી કરવું પડે. ઢાળ જેમ ટુંકો—સીધો તેમ અટકાવ કરવાને બળ વધુ વાપરવું પડે છે. સારાંશ કે બળ આછું વાપરવું હોય તો ઢાળની લંબાઈ વધુ રાખવી ભ્રષ્ટ્ર. દાદર જેમ લાંબા હોય તેમ ચઢવાનું સુગમ પડે છે. પર્વતના ઢાળ જેમ અતિ લાંબા તેમ વગર થાકે પર્વતની ટોચે પહોંચી જવાય છે.

લાભનું કારણ:—ઢાળ પરના માર્ગમાં થઇ પીપ સીધાં નહિ ચઢાવતાં આડાં તિરકસ લીટીમાં લે છે એટલે ચઢાવ કમી થતાં બળ વાપરવું સહેલું પડે છે. થોડા બળે પદાર્થ ગતિમાન થઇ ઉંચે ચઢે છે, પણ વારંવાર એક દિશામાંથી બીજી દિશામાં અને બીજી દિશામાંથી પહેલી દિશામાં ગડબડાવતાં ઢાળનું લંબાણ વધે છે તેથી ઘણું બળ નકામું જાય છે; સીધું પીપ ચઢાવે તો થોડું બળ વધુ કરવું પડે. ત્યારે અંતર ટુંકું થાય છે. આડું અવળું ચઢાવતાં અંતર વધે છે તો બળ વાપરવું સુગમ પડે છે. ઢાળમાં પણ આજ સ્થિતિ છે. સીધે માર્ગે વજન ચઢાવતાં બળ પૂરું કરવું પડે છે ત્યારે અંતર કમી હોય છે; કારણ ઢાળની લંબાઈ કરતાં પાયાની ઉંચાઈ આછી હોય છે. ઢાળપર બળ થોડું વાપરવું પડે છે તો ઢાળની લંબાઈ વધુ હોવાથી વધારે વખત બળ વાપરવું પડે છે એટલે અંતરમાં ખેડ આવે તેટલો બળમાં નફો થાય છે.



ઢાળ ૨૫ ઇંચનો હોય અને પાયો ૨૦ ઇંચ ઇંચાઈનો હોય તો ઢાળપર મણુ બોળે કસડવાને સીધી લીટી કરતાં ૬ બળ વાપરવું પડે; કેમકે ૨૦ ઇંચને બદલે ઢાળમાં ૨૫ ઇંચનું અંતર કાપતાં સુધી બળ વાપરવું પડે છે. ૬૦ ઇંચ લંબાઈનો ઢાળ છે ને ૧ ઇંચનો પાયો છે. ૬૦ શેર વળન ૧ ઇંચજ ઇંચું ચઢાવવાનું



છે એટલે ૧ શેર બળ વાપરવું પડે; કેમકે ૧ ઇંચ બોળે ચઢાવવાને ૬૦ ઇંચનો ઢાળ કરતાં ૬૦ ઇંચમાં બળ વાપરવું પડે છે એટલે વખત ૬૦ ગણો લાગે

છે તેથી બળ ૬૦ મા લાગવું કરવું પડે છે. હવે જેમ ઢાળ ઇંચો થતો જાય એટલે પાયો વધતો જાય તેમ બળનું પ્રમાણ વધતું જાય. એટલે પાયો ૧૦ ઇંચ થાય તો ૧૦ શેર બળ વાપરવું પડે અને ઢાળ તદ્દન સીધો થઈ જતાં એટલે ૬૦ ઇંચનો પાયો થતાં ૬૦ શેરજ બળ વાપરવું પડે. અહીં ધ્યાનમાં રાખવું કે બળ પાયા આગળથી કરવાનું હોય છે. ઢાળ લાંબો હોય છે ત્યારે બળ કમી કરવું પડે છે. અંતર વધતાં બળ કમી વાપરવાથી સરભર થઈ રહે છે. લાલ એ કે ઢાળથી વખત જાય પણ બળ વાપરવું સુગમ પડે છે, અને વખત જતાં પણ થોડી મહેનતે કાર્ય થાય છે એ યાંત્રિક લાલ ગણાય છે.

ફાયર.

ફાયર—ફાયર એ બે તરફ ઢાળપડતી વસ્તુ છે. નરાણી, ચપ્પુ, નરાજ, ત્રિકમ, કોદાળો, ખરપડી, તાવેથો, કુહાડી, ફરસી, છીણો એ ફાયર છે. એમાં કેટલાકને ઢાળ કમી છે અને કેટલાકને વિશેષ છે. સાધારણ રીતે વધુ ઢાળવાળા છીણા, ફરસી, કુહાડી એ પદાર્થોને ફાયર નામથી ઝાળખીએ છીએ. લાકડાને બે બાજુએ ઢાળ કરી વિવિધ પ્રકારની ફાયરો—ફાયર બનાવવામાં આવે છે.

ફાયરને બેવડો ઢાળ હોય છે અને બન્ને ઢાળના છેડા ફાયરને છેડે મળી જાય છે એટલે બન્ને ઢાળનો છેડો ધાર રૂપ હોય છે. બન્ને ઢાળની લંબાઈ એ ફાયરની લંબાઈ હોય છે અને પાછડો છેડો—પાછળનું બાજુ એ ઢાળનો પાયો કે ઇંચાઈ હોય છે. ફાયરનું મથાળું સાંકડું હોય

તેમ ઢાળની હિંચાઈ થોડી હોય છે અને ઢાળ સારો થાય છે. વળી ઢાળની લંબાઈ વધે તેમ ઢાળ સારો હોય છે એથી ફાયરનું મથાણું સાંકડું અને લંબાઈ વધુ હોય તેમ વાપરવાનું સહેલું પડે છે. છીણાનું માથું સાંકડું અને બન્ને ઢાળની લંબાઈ વધારે હોય તો સહેલથી વાપરી શકાય છે. માથું મોટું હોય ને ધાર સરસ હોય તોપણ ઢાળ ઝોછો હોવાથી બળ વધુ કરવું પડે છે.

ઉપયોગ—ઢાળમાં બોળે ખસે છે પણ ઢાળ સ્થિર રહે છે. ઉદાહરણ તરિકે માળપર ચઢતાં દાદર સ્થિર રહે છે પણ મનુષ્ય ઢાળ માર્ગે ઉપર જાય છે. ફાયરમાં એથી ઉલટી ક્રિયા થાય છે. ફાયરનો ઉપયોગ થતાં ફાયર પોતે ગતિમાન થાય છે અને પદાર્થ જે તે સ્થળે સ્થિર રહે છે. જમીન ઉપર બેઠેલું કપાટ, ધરનું ચોકડું, ગોદામાં જમીન પર બેઠેલું વહાણ કે જમીનપર પડેલું લાકડું થોડું ઉંચું કરવું હોય તો લાકડાનો એક છેડો છોલી જીલ જેવો ઢાળ કરી વજન નીચે દાખલ કરવામાં આવે છે એટલે એક બાજુએથી વજન જરા ઉંચું થાય છે, પછી સામી બાજુએ એમ કરતાં તે તરફથી ઉંચું થાય છે અને એ રીતે બે તરફથી ઉંચું થાય છે. ચારે તરફ ખુલ્લી જગો હોય તો ચોતરફથી ફાયર દાખલ કરી ઉંચકી શકે છે. અહીં ધ્યાનમાં રાખવું કે બોળે બેપડીને લાકડાના ઢાળો ઉપર ચઢતો નથી પણ ઢાળ પોતેજ બોળની નીચે પેસે છે. જમીન અને બોળ વચ્ચે ઢાળ દાખલ થવાથી બોળને ખસવું પડે છે; કેમકે બે પદાર્થ એકજ અવકાશમાં સાથે રહી શકતા નથી એ પદાર્થનો ખાસ ગુણ છે. વળી અહીં બોળને ધક્કો માર્યો નથી એટલે જડત્વગુણને લીધે તે સ્થળાંતર કરી શકતો નથી. ફાયર-ઢાળવાળું લાકડું બોળ નીચે ગતિમાન થાય છે. આ બળ પણ ઢાળની-ફાયરના ઢાળની સમાંતરે નહિ પણ ઢાળના પાયાને સમાંતરજ વપરાય છે; કેમકે લાકડાનો બીજો છેડો ઢાળનો પાયો છે. આવી ક્રિયાને સુતારો કરાસી કરી કહે છે. ભારે બોળે ત-ળીએથી પકડી ઉંચું કરતાં વધુ બળ વાપરવું પડે છે, પણ ઢાળવાળી ફાયરથી ઝોછા બળે તે ઉંચો થઈ શકે છે.

દરેજના ઉપયોગમાં આવતી ફાયર કુહાડી, ફરસી, છીણી વગેરે છે. કુહાડીની ધારને લાકડા પર બળથી વાપરતાં લાકડામાં ફાટ પડે છે અને ફાટમાં

છીણી મૂકી માથાપર ધા કરતાં તે વધુ નીચે ઉતરી ફાટ-વકાસને વધારી લાકડાના ભાગ કરી નાખે છે. પદાર્થનાં પરમાણુઓ સંબંધાકર્ષણથી જોડાયેલાં છે. સંબંધાકર્ષણ તોડવાને માટે બળ વાપરવું પડે છે અને ફાયરથી એ બળ વાપરવું સહેલું પડે છે. ચપ્પુ, કાંદાળી વગેરે પણ એજ બળને તોડવા વપરાય છે. ધન પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ વધુ હોય છે અને તેમાં પણ ધાતુઓમાં વિશેષ છે તેથી તેમાં વિશેષ બળ વાપરવું પડે છે. પ્રવાહી અને વાયુરૂપી પદાર્થમાં વિશેષ બળની જરૂર પડતી નથી છતાં થોડા બળની જરૂર પડે છે તેથી હોડી, વહાણ અને વિમાનનો ઘાટ ફાયર રૂપ બનાવવામાં આવે છે.

પેચ.

પેચ એ ફેર અથવા રકુ પણ કહેવાય છે. પેચ એ ગોળાકાર ઢાળ છે. ગોળ ફરતા દાદર કે સીડીઓ, સીધા ટુંગરો પર ચઢવાના ગોળ રસ્તા, શીશાના ખૂચ ખેંચી કાઢવાની મરોડી-ફેર, સાંકળાં, કંદી વગેરેની ખીલીઓ, શેરડીનાં કોણ, પુસ્તક બાંધવાના સંચા, સ્ત્રી અને ઘાસની ગાંસડી બાંધવાના સંચા અને રેલ્વે પર વપરાતાં દુમકલાસ, ફાનસના મુખના દદા, આંમળાવાળા ખીલા ખુંટા વગેરે પેચ કહેવાય છે. પેચના દોરા એ ઢાળની લંબાઈ છે અને દોરા જેના પર વિંટાયેલા છે તે ભાગ ઢાળની ઉંચાઈ છે. ઢાળનો નિયમ છે કે પાયો ટુંકો અને ઢાળની લંબાઈ વિશેષ તેમ તે વધારે ઉપયોગી છે તેથી રકુમાં દોરા જેમ વધુ સંજ્ઞડ હોય તેમ ઢાળની લંબાઈ વધે છે તેથી પાસે પાસે સંજ્ઞડ દોરા-આંમળાવાળો રકુ ઉત્તમ ગણાય છે, મજબૂત મનાય છે. ઢાળ માર્ગે ગતિમાન થતો પદાર્થ ઢાળની લંબાઈએ ખસે છે અને ઢાળ પર રહીને ચઢે ઉતરે છે, પણ રકુથી ઉપાડવાની વસ્તુ રકુના માથાપર રહે છે અને દાબવાની વસ્તુ રકુની નીચે રહે છે. રકુના દોરા-ઢાળની લંબાઈ પર વસ્તુ રહેતીજ નથી. દોરા માત્ર રકુને ઉંચા નીચા થવાને ખપ લાગે છે. કોણ, ધાણી વગેરેમાં દોરા પર વળન રહે છે; કેમકે દોરાની મદદથી એમાં વળનને ગતિમાન કરવામાં આવે છે.

ઉપયોગ—ચોક્કું કે ખીણ વસ્તુ સંજ્ઞડ કરવાને રકુ વાપરતાં બે-માલૂમ સંધાઈ જાય છે. ફરનીચરમાં રકુ વડે સાંધા મેળવાય છે. રકુના જોડા-

ભુથી શેરડી પીલી રસ કાઢવાનું સુગમ થાય છે, સ્કુથી ઘાણીઓ ફેરવી તેલ, દીવેલ કાઢી શકાય છે, ઘાસ અને રતી ગાંસડીઓ દેશાવર મોકલવા લાયક મજબૂત બાંધી શકાય છે. ચોપડીઓ સજ્જડ બાંધી શકાય છે. કુમકલાસથી એન્જન જેવી ભારે વસ્તુઓ ઉંચકી સ્થળાંતર કરી શકાય છે. તેથી પાટા પરથી ઉતરી પડેલાં એન્જન પાટા ઉપર ગોઠવી શકાય છે કે જમીન પરથી વહાણમાં અને વહાણમાંથી જમીન ઉપર ભારે વસ્તુઓ ગોઠવી શકાય છે. ગેસી ગયેલાં ઘર એના વડે ઉંચકી શકાય છે. સ્કુ દોરાવાળી ખીલીઓથી દાગીના નીકળી જવાનો ભય દૂર થાય છે. સ્કુને મથાળે પાટીઓ જડી તેના પર વસ્તુઓ મૂકી સ્કુને ઉપર ચઢાવવાથી વસ્તુઓ ઉંચી ચઢે છે. દાખવાની વસ્તુઓ સ્કુની નીચે રાખી વસ્તુઓ પર સ્કુની નીચેનું પાટીઉં દાખવા સ્કુને નીચે ઉતારવામાં આવે છે.

ખંડાર—સ્કુના દોરા સ્કુને ફેરવવાથી વસ્તુમાં પોતાની મેળે સજ્જડ ગેસી જાય છે ત્યારે પસિયારાની જરૂર રહેતી નથી, પણ સ્કુને ઉંચી નીચે કરવાની યા વારંવાર ફેરવવાની જરૂર પડે છે ત્યારે સ્કુને રહેવાને પસિયારાં કરવામાં આવે છે. દાખવા ઉંચકવાના સંખ્યા, દાગીનાની ખીલીઓના સ્કુ, કાલુ કે ઘાણીના સ્કુ પસિયારાં હોય છે. સ્કુનો દોરો નર કહેવાય છે અને પસિયારાની ખોલણ માદા કહેવાય છે. નર માદાના સંબંધથી સ્કુ ફરી શકે છે.

જે સ્કુ ફેરવવાના હોતા નથી એટલે જેમને માદાની જરૂર હોતી નથી તેવા સ્કુના દોરા ધારદાર હોય છે; કેમકે ધારને લીધે તે સજ્જડ ગેસી રહે છે. પસિયારાં સાથે વાપરવાના સ્કુના દોરા મોટા, આછા અને બુદ્ધિ ચોરસ હોય છે.

ગુરવાકર્ષણ.

સ્થિર પદાર્થ પોતાની મેળે ગતિમાન થતો નથી અને ગતિમાન પદાર્થ પોતાની મેળે સ્થિર થતો નથી તેમ પદાર્થ પોતાની મેળે ગતિની દિશા બદલતો નથી. એમ છતાં પથરો ઉંચે ફેંકીએ છીએ ત્યારે ધીમે ધીમે વેગ કમી થતો જાય છે અને છેવટે સ્થિર થઈ પાછો નીચે વેગથી પડે છે. આંખા પરથી ફેરી પડે છે તો જમીનપરજ પડે છે. ફેરી ઉંચે સ્થિર રહેતી નથી કે આકાશ તરફ જતી નથી. તમામ પદાર્થ પૃથ્વીપરજ પડે છે અને પૃથ્વીપર

પડી સ્થિર થાય છે. પૃથ્વીપર ગતિમાન થતા પદાર્થની ગતિ પણ ધીમે ધીમે નરમ પડી જાય છે અને પદાર્થ સ્થિર થાય છે. દરેક વસ્તુને પૃથ્વી પોતાના તરફ ખેંચે છે, આ ખેંચાણ—આકર્ષણ ગુસ્તવાકર્ષણ કહેવાય છે. જે બળ વડે આકર્ષણ થાય છે તે બળ ગુસ્તવબળ—ગુસ્તવાકર્ષણબળ કહેવાય છે. આકર્ષણને લીધે દરેક વસ્તુમાં ભાર લાગે છે. જેમ આકર્ષણ વધુ તેમ પદાર્થનું વજન વિશેષ હોય છે. આકર્ષણ વસ્તુના દરેક પરમાણુ ઉપર સરખું થાય છે તેથી જે પદાર્થમાં પરમાણુ સંબંધાકર્ષણને લીધે વધુ હોય તેના ઉપર આકર્ષણ વધુ થાય છે તેથી તેમાં વજન વધુ હોય છે. ગુસ્તવ=ભાર-વજન. દરેક વસ્તુને ગતિમાન કરતાં બળ વાપરવું પડે છે અને ગતિમાન પદાર્થને સ્થિર કરવાને પણ સામે બળ વાપરવું પડે છે. પૃથ્વી તરફ દરેક વસ્તુ આકર્ષણબળથી ગતિમાન થાય છે તેથી એ બળ તે પદાર્થનું ગુસ્તવ-ભાર-વજન કહેવાય છે. પદાર્થના દરેક પરમાણુપર થયેલા બળનો સરવાળો તે વજન છે.

પદાર્થના દરેક પરમાણુપર સરખું આકર્ષણ થાય છે અને ગમે તે પદાર્થના દરેક રજકણુપર પણ સરખુંજ આકર્ષણ થાય છે. પાણીના અને સોનાના દરેક પરમાણુપર સરખુંજ આકર્ષણ હોય છે, પણ જેમાં પરમાણુ વધુ હોય તેનાપર ગુસ્તવાકર્ષણબળ વધુ થાય છે એથી હરકોઇ પદાર્થ સાથે છોડી દેતાં સાથેજ નીચે પડવા ભ્રમ્ય; પણ ગુસ્તવાકર્ષણબળ વધતું આણું હોવાથી અવકાશમાં રોકાયેલી હવા ભારે પદાર્થને થોડો અંતરાય કરી શકે છે અને હલકા પદાર્થને વધુ અંતરાય કરે છે તેથી ભારે પદાર્થ વહેલો પડે છે અને હલકો પદાર્થ પછી પડે છે. આજ કારણે કેટલાક પદાર્થ પાણીમાં તરે છે ને કેટલાક નીચે ખસે છે. કાચની નળીની હવા ખાલી કરી પથરો અને પીછું સાથે છોડી દેતાં સાથેજ નીચે ખસે છે; કેમકે હવાનો અંતરાય નીકળી જાય છે. (આ વિચાર ગેલિલોઆએ સિદ્ધ કર્યો હતો.)

દરેક વસ્તુને પૃથ્વી પોતાના મધ્યગિન્દુ તરફ ખેંચે છે તેમ દરેક પદાર્થ પણ પૃથ્વીને પોતાના તરફ ખેંચે છે; પરંતુ પૃથ્વીનાં પરમાણુઓનો જથ્થો વિશેષ હોવાથી વિશેષ આકર્ષણબળ આગળ પદાર્થનાં થોડાં પરમાણુઓનું થોડું આકર્ષણબળ નરમ પડી જાય છે તેથી પદાર્થ પૃથ્વી તરફ ખેંચાઇ જાય

છે. વળી દરેક પદાર્થનાં દરેક પરમાણુ બીજા પદાર્થનાં દરેક પરમાણુને પોતાના તરફ ખેંચે છે. આ આકર્ષણબળ પરમાણુઓના જથ્થાના પ્રમાણમાં હોય છે એટલે ભારે પદાર્થનું આકર્ષણબળ હલકા પદાર્થના આકર્ષણબળ કરતાં વધુ હોય છે છતાં મોટા પદાર્થ તરફ નાનો પદાર્થ ખેંચાઈ જતો નથી પણ તેનો જડત્વ ગુણ કાયમ રહે છે; કેમકે એ આકર્ષણબળને પૃથ્વીનું આકર્ષણબળ નરમ પાડી નાંખે છે. આકર્ષણ અંતરના પ્રમાણ પ્રમાણે વધુ ઓછું હોય છે. બે પદાર્થનું અંતર હોય તે કરતાં બમણું વધારીએ તો આકર્ષણ $\frac{1}{4}$ ભાગનુંજ રહે છે અને ૮ ગણું વધારતાં $\frac{1}{64}$ ભાગનું રહે છે. એથી બલુ-નમાં હિંચે ગયેલો પદાર્થ વજનમાં ઘટે છે અને કાટલાં પણ ઘટે છે. સૂર્ય ને પૃથ્વી વચ્ચે બહુ અંતર છે અને પદાર્થ પણ પૃથ્વી પાસે છે તેથી પૃથ્વી નાની છતાં સૂર્ય તરફ ખેંચાઈ જતી નથી અને પદાર્થ મોટા સૂર્ય તરફ નહિ ખેંચાતાં પૃથ્વી તરફજ ખેંચાઈ આવે છે. સૂર્ય પાસે હોય તો સર્વ સૂર્યમાંજ ખેંચાઈ જાય. આ આકર્ષણ દરેક પદાર્થના મધ્ય બિન્દુને જોડનારી સીધી લીટીમાં હોય છે. (ન્યૂટને આ વિચાર સિદ્ધ કર્યો છે.)

કાટખૂણે રહેલા પદાર્થથી એક બીજાનું આકર્ષણ નરમ પડી જાય છે. સામ સામેના પદાર્થ વચલા પદાર્થપર આકર્ષણ કરે તેમાંથી સરખું આકર્ષણ નાશ પામે છે અને જેનું આકર્ષણ જેટલું વધારે હોય છે તેટલીજ માત્ર અસર વચલા પદાર્થપર થાય છે, બે પદાર્થનાં સામ સામેનાં આકર્ષણમાંથી નાના પદાર્થના આકર્ષણ જેટલું મોટા પદાર્થના આકર્ષણમાંથી નાશ પામે છે અને વધારાનુંજ માત્ર અસર કરે છે. પૃથ્વીની નજીક પૃથ્વી જેવડો એક પદાર્થ નથી તેથી પૃથ્વીના આકર્ષણમાંથી નાશ પામતાં પણ દરેક પદાર્થપર વિશેષ આકર્ષણ થઈ શકે છે તેથી દરેક પદાર્થ પૃથ્વી પરજ પડે છે. પૃથ્વી પોતે પણ ગુરુત્વાકર્ષણબળથી હયાતીમાં છે અને સૃષ્ટિની તમામ વસ્તુ એ બળથીજ રહેલી છે. આ બળ ન હોય તો પરમાણુમાત્ર વેરાઈ જાય અને સૃષ્ટિ બ્રહ્માની રાત્રી રૂપ બની જાય !!

ગુરુત્વમધ્યબિન્દુ.

પદાર્થને સમતોલ રાખનારું બિન્દુ તે ગુરુત્વમધ્યબિન્દુ-વજનનું મધ્ય

ખિન્દુ. પદાર્થ અનેક પરમાણુનો બનેલો હોય છે છતાં તેના વચલા એક ખિન્દુના પરમાણુએ તેને સ્થિર-સમતોલ રાખી શકાય છે. મધ્ય ખિન્દુમાં સમાન બળ વાપરવાથી પદાર્થને સમતોલ રાખી શકાય. પદાર્થ ભારે હોય અને બળ તેટલું રાખીએ નહિ તો પદાર્થ નીચે પડે. વળી પદાર્થને સમતોલ રાખવાને વિરુદ્ધ દિશામાં બળ વાપરવું જોઈએ, એટલે દરેક પદાર્થ પૃથ્વી તરફ ખેંચાય છે માટે ઉંચે વપરાતું બળ વાપરવું જોઈએ. પદાર્થને નીચેથી ટેકા દબને કે ઉપરથી લટકાવીને-ટંગાવીને સમતોલ રાખી શકીએ; કારણ કે બળને રીતે બળ એકજ દિશામાં અને એકજ ઉભી લીટીમાં વપરાય છે. પદાર્થને મધ્ય ખિન્દુએ ન રાખીએ તો વિશેષ પરમાણુવાળો ભાગ તે તરફ નમી જાય એટલે પદાર્થ સમતોલ રહે નહિ.

ગુરુત્વમધ્યખિન્દુમાંથી પૃથ્વીપર સીધી લીટી દોરીએ તો તે ગુરુત્વ-રેખા-ગુરુત્વ લીટી કહેવાય છે. ગુરુત્વમધ્યખિન્દુ પદાર્થની અંદર હોય, કાર પર હોય કે બહાર પણ હોય છે; તેમ વચમાંનું ખિન્દુ મધ્ય ભાગે હોય કે એક બાજુએ પણ હોય છે. એક બાજુએ જાડા પદાર્થનું મધ્ય ખિન્દુ જાડા ભાગ તરફ હોય છે અને કામઠાનું ગુરુત્વમધ્યખિન્દુ બહાર હોય છે.

પદાર્થનું તળિયું એ પદાર્થનો પાયો કહેવાય છે. એ પદાર્થ એક બીજા પર ગોઠવતાં સરખી જગામાં સમાઈ રહે તો નીચેના પદાર્થનું તળિયું તે બળે પદાર્થનો પાયો કહેવાય છે. ઉપરના પદાર્થનું તળિયું નીચેના પદાર્થની બહાર પડતું હોય તો ઉપરના પદાર્થનો પાયો બહાર પડેલો અને ઉંચે રહેલો કહેવાય છે. ગુરુત્વરેખા પાયાની અંદર પડે તો ઉપરના પદાર્થ સ્થિર રહે, એક બાજુએ પડે તો ઉપરના પદાર્થ તે તરફ નમી જાય અને બહાર પડે તો ઉપરના પદાર્થ ઉથલી પડે છે. એથી ત્રાંસો ઢગલો ગડબડી પડે છે અને સીધો ઢગલો સ્થિર રહે છે. વળી આ ગુરુત્વમધ્યખિન્દુ તળિયામાં હોવું જોઈએ. તળિયાથી ઉંચું રહેતાં પદાર્થ ઉથલી પડે છે. ધરનો કરો ઉપરથી પહોળો હોય તો ગુરુત્વ મધ્યખિન્દુ ઉંચું રહેવાથી કરો ઉથલી પડે છે. નાવડામાં ઉભા રહેતાં મધ્યખિન્દુ ઉંચું રહેતાં ઉથલી પડાય છે. ગાડામાં બહુ ઉંચી ગાંસડીઓ ગોઠવતાં મધ્યખિન્દુ ઉંચું રહેવાથી ઉથલી પડે છે.

માથે પાણીનું બેડું કે ગાંસડી મૂકતાં ગુસ્તવરેસા બે પગની વચ્ચે રહે છે તેથી ટટાર રહી શકાય છે, પણ મજુર પીઠપર ગુણુ લે છે કે કાછીઆ કાથળો નાખી આવે છે ત્યારે તે સીધા રહે તો ગુસ્તવમધ્યબિન્દુ ઉંચું અને પાછળ રહે તેથી તે પાછળ ઉથલી પડે છે માટે આગળ નમી મધ્ય બિન્દુની રેસા બે પગવચ્ચે લાવે છે. મધ્ય બિન્દુની રેસામાં બેસી રહેતાં ગમે તેવા દોડતા ઘોડાપર સવાર ટકી શકે છે પણ દોડતો ઘોડો એકદમ અટકી પડે છે યા ભડકવાથી ગતિની દિશા કે પાયારુપ પોતાના શરીરની સ્થિતિ બદલે છે ત્યારે ગુસ્તવ રેસા સવાર સાચવી શકતો નથી તો પડી જાય છે અને સાચવી શકે છે તે સ્થિર રહી-ટકી શકે છે. એક બાજુએ એક હાથે વજન પકડતાં મધ્ય રેસા વચમાં લાવવા સામી બાજુએ નમવું પડે છે. મલ્લ અને રમતા છોકરા પહોળા પગ રાખી ઊભા રહે છે, દીવીનું તળિયું પહોળું રાખવામાં આવે છે, કરા નીચેથી પહોળા અને ઉપરથી સાંકડા રાખવાને બે તરફથી સરખી કપાત કરવામાં આવે છે, પીરામીડોના પાયા નીચેથી પહોળા અને ઉપરથી સાંકડા કરવામાં આવે છે એ સર્વ ગુસ્તવ રેસાને વચમાં લાવવા સારજી હોય છે.

અવાજ.

અવાજનાં બીજાં નામ નાદ કે ધ્વનિ છે. હવામાં વિકાર થતાં મોજાં ઉત્પન્ન થઇ કાનની ઇન્દ્રિયપર અસર થાય છે તે અવાજ કહેવાય છે.

ઘંટપર ઘા કરતાં ઘંટનાં પરમાણુઓ ધ્રુજી ઉઠે છે અને એ ધ્રુજતાં પરમાણુઓ ઘંટને લાગેલી હવાનાં પરમાણુઓને ધ્રુજાવે છે અને હવાનાં ધ્રુજતાં પરમાણુઓ પાસેની હવાનાં પરમાણુઓને ધ્રુજાવી પોતે સ્થિર થાય છે યા ઘંટ વાગતો ચાલુ રહેલો હોય છે તો પોતે ધ્રુજ પાસેનાને ધ્રુજાવે છે. આમ જવાની ગતિ કે ધ્રુજવાનું બળ ધીમે ધીમે દૂર જતાં કમી થતું જાય છે.

આ પ્રમાણે ઘંટની ચોતરફ હવામાં મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે. આ ધ્રુજતાં મોજાંના તરંગ કાનમાં પ્રવેશે છે ને બહારના પડદામાંથી આડા અવળા માર્ગે અંદરના બીજા પડદા પાસે જાય છે તેની અંદર પ્રવાહી પદાર્થ ભરેલો હોય છે. એ પ્રવાહી પદાર્થનો સંબંધ અંદરના ત્રીજા પડદા સાથે હોય છે. એ ત્રીજા પડદામાં ૩૦૦૦ અતિ ખારીક સાંલગવાની ઇન્દ્રિયના જ્ઞાનતન્તુ ગોઠ-

વાયેલા હોય છે. બીજા પડદામાંથી ધૂળતું મોજું પ્રવાહી માર્ગે ત્રીજા પડદા પાસે આવી જ્ઞાનતન્તુને સમજાવે છે એટલે એ તન્તુઓ મગજને ખબર આપે છે તેથી અવાજનું જ્ઞાન થાય છે. આજ પ્રમાણે બોલતાં મુખપાસેની હવામાં મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે અને હરકોઇ પ્રકારે અવાજ થતાં હવા મારફત મોજાં ઉત્પન્ન થઈ અવાજનું જ્ઞાન આપણને થાય છે.

હવા નહોતી તો મોજાં ઉત્પન્ન થાય નહિ એટલે અવાજ સંભળાય નહિ. હવાજ પદાર્થની ધૂળતી ગતિની વાહક (લઘ જનાર) છે. હવા કરતાં લાકડામાં અવાજને લઘ જવાની શક્તિ વિશેષ છે તેથી કાનમાં લાકડી રાખી બીજે છેડે બહુ ધીમે અવાજ કરાવતાં સ્પષ્ટ સંભળાય છે. હવાની પેઠે લાકડી પણ પરમાણુઓ ધૂળ અવાજને પહોંચાડે છે.

અવાજ ક્યાં પછી પડેલા પાછળથી સંભળાય છે. કેમકે અવાજને ચાલતાં વાર લાગે છે. અવાજનાં મોજાં સામે અથડાતાં એ મોજાં પાછા વળી કાનને સંભળાય છે તેથી પડેલા થાય છે. સામે અટકાવ થતો ન હોય તો પડેલા થતો નથી. અવાજ દર સેકન્ડે સાધારણ ઉષ્ણતામાને ૧૧૪૦ શીટ ચાલે છે અને ૧૧૨૦ થી ૧૧૪૦ શીટનો વેગ સાધારણપણે ગણાય છે.

ગરમીની ઉત્પત્તિ.

ગરમી એ પદાર્થ નથી, પણ શક્તિ છે; કેમકે એમાં વજન નથી અને એ અવકાશને રોકતી નથી કે હાથમાં પકડી શકાતી નથી. ગરમી ઉષ્ણતા-ઉષ્મા-તાપ વગેરે નામથી ઓળખાય છે. ગરમી માત્ર અસરથી સમજાય છે. તડકે ઉભા રહેતાં કે દેવતા પાસે બેસતાં તાપ લાગે છે, બરફ તડકાથી પીગળે છે, આમ જેનાથી અસર થાય છે તે ગરમી છે એમ કહેવાય છે. ગરમી બે કાર્ય કરે છે. (૧) ગરમી પદાર્થને ફૂલાવે છે; (૨) પદાર્થનું રૂપાંતર કરે છે. આ બે કાર્યથી ગરમી સમજી શકાય છે.

ગરમીની ઉત્પત્તિ—ગરમી એ માત્ર એક પ્રકારની ગતિ છે, પદાર્થનાં પરમાણુઓ ધૂળતાં કે ધૂળતી ગતિને લીધે ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. ઠંડા પદાર્થ અશ્ણવાથી, દાખવાથી કે ઘસવાથી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે; કેમકે એથી પદાર્થનાં પરમાણુઓમાં ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે. પદાર્થ ગરમ કરવાથી

પણ પરમાણુ ગતિમાન થાય છે તેથી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. ગતિ પામેલાં પરમાણુ નજીકનાં પરમાણુઓને ગતિ આપે છે અને પોતે મૂળ જગ્યાએ સ્થિર થાય છે. એ રીતે પદાર્થનાં તમામ અણુઓ ધ્રુવ ઉઠે છે તેથી ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે. સૂતાર સારડી ફેરવે છે ત્યારે એજ રીતે ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે; કેમકે એથી પરમાણુઓ ધ્રુવ ઉઠે છે. વાયુનળીમાં વાયુનું દળાણ થતાં કાલસો સળગી ઉઠે એટલી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. જે પદાર્થમાં રજકણો ભરેલી ધ્રુવે છે તે વધુ ગરમ હોય છે—જલદી અને વધુ ગરમ થયેલા લાગે છે.

ઘથરનાં મોજાં—ઘથર એ પ્રવાહી, અતિ પાતળો અને સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થ છે. એ ઘથર ઘટ્ટ પદાર્થમાં, પારદર્શક પદાર્થમાં, પ્રવાહી પદાર્થમાં અતિ પાતળા વાયુઓમાં અને સર્વત્ર આકાશમાં પ્રસરેલા છે. કાંઈ પદાર્થને દાખવાથી, ઠોકવાથી, ઘસવાથી કે તપાવવાથી પદાર્થનાં પરમાણુઓ ધ્રુવ ઉઠે છે ત્યારે એ ધ્રુવતાં પરમાણુઓથી ઘથરનાં પરમાણુઓ ધ્રુવ ઘથરનાં મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે એટલે ઘથરનાં પરમાણુઓ એક બીજાને ધ્રુવવી મૂકે છે. આ મોજાંનો અવકાશમાં વેગ દર સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ મૈલ હોય છે. આ વેગે મોજાં પ્રસરી એક પદાર્થમાં ઉત્પન્ન કરેલી ગરમી બીજા પદાર્થના પરમાણુઓને પહોંચાડે છે એટલે બીજા પદાર્થનાં પરમાણુઓ ધ્રુવ ગરમ થાય છે. આપણને પણ સામા પદાર્થની ગરમી ઘથરનાં મોજાં મારફત મળે છે અને તેથી આપણા શરીરના પરમાણુઓ ધ્રુવ ગરમ થયેલા લાગે છે જેને આપણે તાપ-ગરમી-ઉષ્ણતા-ઉષ્મા લાગી કહીએ છીએ. પદાર્થ ગરમ છે કે નહિ એ ઘથરનાં મોજાંથી જાણીએ છીએ. સૂર્યની ગરમી પણ આપણને ઘથર મારફત મળે છે.

ગરમીનું કાર્ય—પદાર્થનું—પ્રસરણ—પદાર્થમાં ઉષ્ણતા ઉત્પન્ન થતાં ધ્રુવતી ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે તેથી સંબંધાકર્ષણબળ ઘટે છે તેથી ગરમી ઉત્પન્ન થતાં દરેક પદાર્થ ફૂલે છે એટલે કદ-પરિમાણ વધે છે. ગોળો ઠડો હોય અને કાણામાં પેસ નીકળ થતો હોય છતાં ધગધગતી સઘડીમાં ગરમ કરતાં ફૂલવાથી કાણામાં ઉતરતો નથી. પૈડાની વાટ લાકડાના ઘેરાવા કરતાં

નાની રાખી ગરમ કરી બેસાડે છે અને ઠીઠીથી ગરમી નીકળી જવાથી પદાર્થ સંક્રાંતિ થાય છે તેથી વાટ પૈડાપર બરાબર બેસી રહે છે. ઉનાળામાં ગરમીથી પ્રસરણ પામતાં વાટ ઉતરી જાય છે. રેલ્વેના પાટા દબાણ અને ઉનાળાના તાપથી પ્રસરણ પામે છે તેથી સાંધા પર અંતર રાખવામાં આવે છે, તેમ ન રાખે તો છેડા ઉંચા થઈ જાય. પૂલનાં લોઢાનાં ભૂંગળાં વધે છે તેથી સાંધા નહિ જડતાં એકમાં બીજી ભૂંગળું દાખલ કરવામાં આવે છે તેથી પૂલની મજબૂતાઈમાં હરકત આવતી નથી; કેમકે પદાર્થ ફૂલતાં અને સંક્રાંતિ થતાં જોર થવાથી તૂટી જાય છે. શીશાના મુખમાં કાચનો ડોઢો સજ્જડ બેસી જતાં શીશાનું મુખ ગરમ પાણીથી ગરમ કરતાં પ્રસરે છે એટલે ડોઢો નીકળી શકે છે.

જૂદા જૂદા ધન પદાર્થ સરખી ગરમીથી વત્તા ઓછા પ્રસરણ પામે છે અને વત્તા ઓછા ગરમ થાય છે. પદાર્થ પર હવાની ઉષ્ણતાની પણ અસર થાય છે તેથી ધાતુના ગજ દેશમાં એકજ ધાતુના વાપરવા બેઠાએ; નહિ તો એકજ સ્તુમાં લાંબા ટુંકા થાય.

ગરમીથી ત્રણે પદાર્થ ફૂલે છે; કેમકે ત્રણે પ્રકારમાં સંબંધાર્પણ નરમ પડે છે અને પ્રતિસારકશક્તિ વધતી જાય છે. સ્નેહાર્પણનું નરમ પાડવા ધાતુઓ ગરમ કરી કાપે છે, ટીપે છે, વાળે છે. તપેલીમાં પાણી ભરી ગરમ કરતાં ઉભરાઈ જાય છે એ પાણી ફૂલવાથી બને છે. પુકામાં હવા ભરી ગરમ કરતાં હવા પ્રસરી ફુકા ભરાયેલો દેખાય છે. ગરમીમાં બાફેલો બટાટો ફૂલી સ્નેહાર્પણ નરમ પડે છે તેથી ભૂકા થઈ જાય છે.

ગરમીથી આણુઓ ગતિ પામી અંતર વધે છે તેથી પદાર્થનું કદ વધે છે, પણ ગરમી નીકળી જતાં આણુઓ મૂળ જગ્યાએ ગોઠવાઈ જાય છે તેથી સંક્રાંતિ થાય છે. એકદમ વધુ ગરમી મળતાં પરમાણુ અવ્યવસ્થિત થઈ જતાં પદાર્થ તૂટી જાય છે અને એકદમ ઠંડો પડતાં પણ પદાર્થનાં પરમાણુ અવ્યવસ્થિત ગોઠવાઈ જતાં તૂટી જાય છે યા બરડ થઈ જાય છે.

અપવાદ—રૂબરૂ, લાકડું, કાગળ, માટી, બીનું કપડું, વગેરે ગરમીથી સંક્રાંતિ થાય છે અને બિનાશથી ફૂલે છે. પાણીમાંથી ગરમી નીકળી જતાં બરડ થાય છે ત્યારે કદ વધે છે. આ અપવાદમાં ગરમીથી સ્નેહાર્પણ વધે

છે અને ગરમી નીકળી જતાં સ્નેહાકર્ષણ ઘટે છે. કાગળ ગરમી પર ધરતાં કચ્છલી વળી જાય. પીપ અને વહાણ કે હોડીનાં સીધાં લાકડાં ગરમીથી સંકોચાવી વાંકાં વાળવામાં આવે છે. વાંકાં લાકડાં સામી તરફ સંકોચાવી સીધાં કરવામાં આવે છે. લાકડાના ફરનીયરના સાંધા ઉનાળામાં બેસાડેલા ચોમાસામાં સજ્જડ થાય છે, પણ ચોમાસામાં બેસાડેલા સાંધા ઉનાળામાં ગરમીથી સંકોચાતાં દીલા પડી જાય છે. પાણીની નળીઓ શિયાળામાં ઠંડા મૂલકમાં બરફથી તૂટી જાય તેથી બરફ ન બંધાવા તજવીજ રાખવી પડે છે. ખડકોમાં ચોમાસાનું પાણી ભરાઈ રહી શિયાળામાં ઠરી ફૂલતાં ખડકો તૂટી પડે છે.

(૨) ગરમીથી પદાર્થનું રૂપાંતર થાય છે.—ગરમી વધતાં સ્નેહાકર્ષણ જેટલું પ્રતિસારકબળ થાય એટલે ઘન પદાર્થ પ્રવાહી રૂપ ધારણ કરે છે. જેમાં સ્નેહાકર્ષણબળ વધુ હોય તેને પ્રવાહી રૂપ કરવાને વધુ ગરમી જોઈએ. પ્રવાહીરૂપમાં ગરમી વધારતાં સ્નેહાકર્ષણબળ દબાઈ જાય છે અને પ્રતિસારકબળ વધે છે એટલે પ્રવાહી પદાર્થ વાયુરૂપ ધારણ કરે છે. ગરમી નીકળી જવાથી વાયુરૂપ પદાર્થ પ્રવાહીરૂપ ધારણ કરે છે એટલે પ્રતિસારકબળ ઘટે છે અને સ્નેહાકર્ષણ વધે છે અને બંને સમતોલ થાય છે. વળી વધુ ગરમી કાઢી નાંખતાં પ્રતિસારકબળ નાશ થાય છે અને સ્નેહાકર્ષણબળ વધે છે અને પદાર્થ ઘનરૂપ ધારણ કરે છે. આ પ્રમાણે ગરમીથી પદાર્થના રૂપમાં ફેરફાર થાય છે.

કપુર ગરમીથી પ્રવાહીરૂપ થતાની સાથેજ વાયુરૂપ ધારણ કરે છે. બરફમાં સ્નેહાકર્ષણ વધવાને બદલે ઘટે છે તેથી હલકો હોય છે અને પાણીમાં તરી શકે છે એથી ઠંડા મૂલકોમાં નીચે જળચર પ્રાણીઓ છૂવી શકે છે.

ગરમીનાં કિરણ—પ્રકાશનાં કિરણ પારદર્શક પદાર્થમાંથી વધારે અને થોડા પારદર્શક પદાર્થમાંથી થોડાં પ્રવેશી શકે છે; પણ ગરમીનાં કિરણ પ્રકાશની પેઠે સઘળા પદાર્થમાં થઈ એક સરખી રીતે પ્રવેશી શકતાં નથી. વળી ગરમીવાળા પદાર્થપર પણ કિરણોના આધાર રહે છે. સૂર્યનાં ગરમીનાં કિરણ જૂદા જૂદા રંગના કાચમાંથી સહજ જઈ શકે છે—પ્રવેશી શકે છે, પણ દીવાની જ્યોતનાં કિરણ તેટલી સહેલાઈથી જઈ શકતાં નથી. આ કારણથી રંગિત ચીમની વાપરતાં જ્યોતની ગરમી કમી લાગે છે. સૂર્યનાં કિરણ સીધાં

પડે છે તેથી કાચમાંથી પ્રવેશ કરી શકે છે. કાચમાં થઇ પ્રવેશેલાં કિરણ જમીન પર પડે છે એટલે તેનું મૂળરૂપ બદલાઇ જાય છે અને દીવાની જ્યોતનાં કિરણ જેમ પ્રવેશ કરી શકતાં નથી તેમ આ કિરણ કાચમાં પ્રવેશી બહાર નીકળી શકતાં નથી, એથી અંદર ગરમી એકઠી થાય છે—વધે છે. ઉનાળામાં કાચની બારીઓવાળા ઘરમાં ગરમી વિશેષ રહે છે અને ઠંડા મૂલકામાં છોડને શિયાળામાં ગરમી આપવા કે વધુ ગરમીમાં ઉછરી શકતા છોડને ગરમી પૂરી પાડવા કાચનાં ઘર રાખવાં પડે છે; કેમકે કાચનાં ઘરથી ગરમી પ્રવેશે છે, પણ નીકળી શકતી નથી તેથી એકઠી થયા કરે છે. ભેજવાળાં ઘરમાંથી ભેજ દૂર રાખવા કાચની બારીઓ ઉપયોગી થઇ પડે છે.

ગરમીની ગતિ.

ઉષ્ણતાના જથ્થામાં અને ઉષ્ણતાની વ્યસરમાં ફેર છે. પાણીમાં હાથ ઝાળાય તેટલી ગરમી દાખલ કરીએ અને તેટલીજ ગરમી ધાતુના સળીઆમાં દાખલ કરીએ છતાં સળીઓ હાથમાં પકડી નહિ શકાય એટલો ગરમ થઈ જાય છે એટલે એ બે પદાર્થમાં ઉષ્ણતાનો જથ્થો સરખો છે છતાં ઉષ્ણતાનું માપ સરખું નથી. અહીં પાણીનું ઉષ્ણમાન કમી છે અને સળીઆનું ઉષ્ણમાન વધુ છે. હવે એ સળીઆને એજ પાણીમાં ઝાળીશું તો પાણીમાં સળીઆની ગરમી જશે અને પાણી અને સળીઓ ઉષ્ણમાનમાં સરખાં થઇ જશે એટલે ઉષ્ણમાનમાં જે પદાર્થ વધુ હોય—જે પદાર્થ વધુ ગરમ હોય તેમાંથી ગરમી થોડા ગરમ પદાર્થમાં દાખલ થાય છે. આ રીતે એક પદાર્થમાંથી ગરમી બીજા પદાર્થમાં જાય છે. ગરમી ત્રણ રીતે ગતિ કરે છે. (૧) ઇથરનાં મોજાં મારફત ગરમી વહે છે; (૨) પદાર્થનાં પરમાણુ ધ્રુવ સંસર્ગથી બીજા પદાર્થને ધ્રુવથી ગરમી વહેવરાવે છે; (૩) પદાર્થનાં રજકાણાનું ઝમણુ થઇ ગરમી વહે છે.

૧. ઇથરનાં મોજાં મારફત વહેતી ગરમી—સૂર્યમાંથી ગરમી આવતાં પદાર્થો તપી ઉઠે છે. સૂર્ય અને પદાર્થનો સંસર્ગ થતો નથી છતાં પદાર્થ ગરમ થઈ જાય છે. દીવો કરતાં કે સળગાવતાં બધા ઓરડામાં ગરમી ફેલાઇ જાય છે અને આપણને દૂરથી પણ વગર સંસર્ગે ગરમી લાગે.

છે. અહીં ગરમી હવા પણ પ્રસરાવતી નથી; કેમકે હવાનાં રજકણો તપતાં હિંચાં ચઢે છે અને અહીં તો બાબુએ પણ ગરમી લાગે છે. વળી હવાનાં પરમાણુમાં સંબંધ નથી તેથી પણ સંસર્ગથી આ ગરમી ફેલાતી નથી. ગરમ પદાર્થ બાબુપર ગરમીનાં કિરણ ફેંકે છે તેથી પાસેનાં ધથરનાં પરમાણુઓ ધૂણ ઉઠી મોઝાં ઉત્પન્ન કરી ગરમીને ફેલાવે છે. હરકોઈ બળતા પદાર્થની ગરમી એ રીતે બાબુએ ફેલાય છે અને સૂર્યની ગરમી પણ એજ રીતે પૃથ્વીપર આવે છે. જો હવા ગરમ થતી થતી આવતી હોત તો હિંચેની હવા વધુ ગરમ હોત પણ તેમ નથી. હવા નીચેની ગરમ ને ઉપરની ઠંડી હોય છે.

૨. સંસર્ગથી વહેતી ગરમી—જોડાનાં સળીઆનો દેવતામાં મૂકેલા ભાગ ગરમ થાય અને પછી ધીમે ધીમે બધા સળીઓ જો ભટ્ટીમાં મૂકેલા ન હોય તે પણ ગરમ થઈ જાય છે. સળીઓ અસંખ્ય પરમાણુઓનો બનેલા હોય છે. દેવતામાં મૂકેલા ભાગનાં પરમાણુ પ્રતી ગતિમાન થાય છે અને ધૂળરો ઉત્પન્ન કરી આખા સળીઆમાં ગરમીને ફેલાવે છે. અહીં પરમાણુ સ્થળ બદલતાં નથી પણ ધૂણ મૂળ જગોએ આવી રિથર થાય છે

આ પરમાણુઓના સંસર્ગથી ગરમી વહે છે. ધગધગતો ગોળો બાજક પર મૂકતાં સંસર્ગથી બાજક ગરમ થાય છે.

બ્રમણથી વહેતી ગરમી—ચંબુમાં પાણી ગરમ કરતાં પ્રથમ ચંબુનું તળિયું ગરમ થાય છે અને તળિયાના સંબંધમાં રહેતાં પાણીનાં રજકણો ગરમ થઈ ફૂલે છે એટલે ઉપર મધ્યમાં ચઢે છે અને તેની જગોએ મથાળાનાં ઠંડાં રજકણુ નીચે ઉતરે છે. આમ બ્રમણ થતાં ઠંડાં અને ગરમ રજકણો એક બીજાના સંસર્ગમાં આવતાં પોતાની થોડી ગરમી આપે છે. આમ પાણીનું બ્રમણ થતાં ગરમી વહે છે. લાકડાનો વહેર પાણીમાં નાંખતાં આ ક્રિયા બરાબર સમજી શકાય છે. તપેલીમાં બાફવા મુકેલા પદાર્થમાં પાણીનું આ બ્રમણ સમજાય છે. આ ક્રિયામાં પરમાણુઓ બ્રમણ કરી ગરમી આપ લે કરે છે.

ધગધગતા ગોળાના મથાળાને લાગેલી હવા ગરમ થઈ હિંચે જાય છે અને બાબુબાબુની ઠંડી હવા આવી મળે છે; તેનાં પરમાણુ ગરમ થતાં

વળી તે ઉંચે ચઢે છે. ચૂલાની ગરમીથી અને દીવાની જ્યોતથી પણ આમ હવાનાં પરમાણુ ગરમ થઇ હલકાં થઇ ઉંચે ચઢે છે. સૂર્યની ગરમીથી જમીન તપી ઉદાતાં પાસેનાં રજકણો તપી હલકાં થઇ ઉંચાં ચઢે છે, ઉંચેનાં ઠંડાં રજકણ નીચે ઉતરે છે અને ગરમ થઈ ઉંચે ચઢે છે. આમ ભ્રમણક્રિયાથી ગરમી પ્રસરે છે—ફેલાય છે પણ આ ક્રિયા માત્ર પ્રવાહી અને વાયુરૂપ પદાર્થના સંબંધમાં જ થાય છે. આથી ધૂમાડીઆં અને હલકી હવાને નીકળી જવા પાછળા ઉપર જળી રાખવામાં આવે છે અને મીઠાની ચીમીનીઆ ઉંચી રખાય છે.

ગરમીના શીઘ્રવાહક અને મંદવાહક પદાર્થો—ભટ્ટીમાં સળીઆ તરત ગરમ થાય છે પણ લાકડું એક છેડે બળતું હોય છે છતાં બીજે છેડે પકડી શકાય છે તેથી તે મંદવાહક (ધીમે લઇ જનાર) કહેવાય છે. બે પદાર્થમાં સરખી ઉષ્ણતા દાખલ કરતાં જે જલદી ગરમ થઇ જાય તે શીઘ્રવાહક અને જે ગરમ કમી થાય તે મંદવાહક કહેવાય છે. કાચ મંદવાહક છે તેથી ચીમની જ્યોત પાસે જેટલી ગરમ હોય છે તેટલી દૂરના ભાગમાં હોતી નથી. કાગળ, હાથીદાંત, સફેદ વસ્ત્ર, ક્ષાર, પાણી, હવા, ગંધક, ઑક્સિજન, રુ, પીછાં, ધાસ, ઊન, વગેરે મંદવાહક પદાર્થ છે અને ધાતુઓ, પથર, છો, મેસ—કાળો રંગ એ ગરમીના શીઘ્રવાહક પદાર્થ છે.

પાણી મંદવાહક છે તેથી ઉપરથી તપાવતાં સંસર્ગથી નીચેનું પાણી તપતું—ગરમ થતું નથી. ઉનાળામાં તળાવનું પાણી ઉપર ગરમ અને નીચે ઠંડું રહે છે. હવાને માટે પણ તેમજ છે. દ્રવ—પ્રવાહી પદાર્થ મંદવાહક છે તેથી વાળને તેલવાળા કરવાથી માથામાં વાળ મારફત ગરમી પ્રવેશ કરી શકતી નથી. કાચ મંદવાહક હોવાથી એક બાજુએથી એકદમ ગરમ કે ઠંડો પડતાં તરત તૂટી જાય છે. લાકડું મંદવાહક છે તેથી વહેરથી બરફ પીગળતો અટકાવી શકાય છે. હવા મંદવાહક છે તેથી ધરની બેવડી બીંત બનાવી વચમાં હવાની જગો રાખવાથી બરફ રાખવા માટે ઠંડું ધર બનાવી શકાય છે. ધાસ મંદવાહક હોવાથી ઠંડા મૂલકમાં પાણીના નળ કે ટાંકીઓ પર ધાસનું અસ્તર કરતાં અંદર બરફ જમી તે તૂટી જતી નથી.

શરીરની ગરમી શીઘ્રવાહક પદાર્થમાં જલદી પ્રસરી જાય છે તેથી તે

હંડા લાગે છે. પત્થર, છા, ગરમીવાહક છે તેથી ઉનાળામાં એના મેડા હંડા લાગે છે; કેમકે શરીરની ગરમી એમાં એવાં જતાં એ પદાર્થ હંડા લાગે છે. એથીજ એવા મેડા એમાસામાં શરદી કરે છે. લાકડું મંદવાહક છે તેથી પાટીઆના મેડા સરસ ગણાય છે.

આ પદાર્થમાં પણ જે તે શક્તિ વત્તી આછી હોય છે. ગરમ કપડાં અતિ મંદવાહક છે તેથી શિયાળામાં શરીરની ગરમી અને બહારની હંડકનો સંસર્ગ થતાં અટકાવે છે. સંસર્ગથી ગરમીનું વહન હંડા પદાર્થમાં થાય છે તેથી શરીરમાં નેમ્તી ગરમી સાચવી રાખવા ગરમ કપડાં મંદવાહક પડતા તરિક્કે ઉપયોગી થઈ પડે છે. એ કપડાં જાતે ગરમ નથી પણ ગરમીને સાચવે છે તેથી ગરમ કહેવાય છે.

કાળાં લૂગડાં ગરમી શોષક છે તેથી ઉનાળામાં સારાં નથી. ઘાળાં વસ્ત્ર ગરમીનું પરાવર્તન કરે છે તેથી ઉનાળામાં ઘાળાં વસ્ત્ર સારાં છે, પણ શિયાળામાં સારાં નથી. ઉનાળામાં ધરનો બહારનો ભાગ ઘાળવાથી આજ કારણે અંદર હંડક રહે છે. કાળો રંગ અગ્નિ શોષક છે તેથી તપેલીનું તળિઉં કાળું રાખવામાં આવે છે.

ગુપ્ત ગરમી.

ધન પદાર્થ ગરમીથી ફૂલી કદમાં વધે છે અને ઘણી ગરમીથી પીગળે છે. પીગળવાને માપસર ગરમી નેમ્તી છે. ગરમીનું માપ ઉષ્ણમાન કહેવાય છે એ ઉષ્ણમાન ઉષ્ણતામાપક યંત્રથી મપાય છે. ધન પદાર્થોમાં એકજ જાતના પદાર્થ નહાના મ્હોટા હોય તોપણ સરખા ઉષ્ણમાને પીગળે છે, પણ જૂદી જૂદી જાતના પદાર્થને જૂદું જૂદું ઉષ્ણમાન નેમ્તી છે. પદાર્થમાં સંયંધા-કર્ષણ વિશેષ હોય તેમ ઉષ્ણમાન વધુ નેમ્તી છે. બરફ સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતામાપક યંત્રનાં ૦° એ પીગળે છે, સીસું ૩૨૬° એ, સુખું ૯૪૫° એ, સોનું ૧૦૩૦° એ પીગળે છે. આ ઉષ્ણતાનું માપ જે તે પદાર્થનું પીગળવાનું બિન્દુ-દ્રાવક બિન્દુ-દ્રાવણ બિન્દુ-વિલયન બિન્દુ કહેવાય છે.

ધન પદાર્થને પીગળવા કે આગળવાને નેમ્તી ઉષ્ણતાનો આધાર હવા અને પદાર્થને મૂકેલા વાસણ પર પણ રહેલો છે. સફાઈદાર શીઘ્રવાહક પ-

દાર્થમાં પદાર્થ વહેણે પીગળે છે. ઉનાળામાં પદાર્થમાં ગરમી વિશેષ હોય છે તેથી તેટલી ગરમી આછી ભેદાય છે.

પ્રવાહી પદાર્થની ગુણ ઉષ્ણતા—ધન પદાર્થને પ્રવાહીરૂપ બનાવવાને જે ઉષ્ણતા વપરાય છે તે પ્રવાહી પદાર્થની ગુણ ઉષ્ણતા—છુપી ઉષ્ણતા—અંતર્હિત ઉષ્ણતા કહેવાય છે. 0° વાળા બરફને ગરમી આપતાં 0° વાળું પાણી થાય છે. 0° વાળા બરફમાં સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતામાપક્યંત્ર મૂકી ગરમી વડે બરફ પીગળાવતાં બધા બરફ પીગળી જતાં સુધી પારો 0° ઉપરજ રહે છે એટલે આપેલી સર્વ ગરમી બરફને પીગળાવવામાં જતી રહે છે—નાશ પામે છે. એટલીજ ગરમી બરફ જેટલા પાણીને આપતાં પારો ઉંચો ચઢી જાય છે. તમામ બરફ પીગળી રહેતાં પાણી થતાં પારો 10° ચઢે છે, પણ બરફ જરા હોય ત્યાં સુધી પારો બિલકુલ ચઢતો નથી. પીગળેલાં રજકણની ગરમી બરફનાં ઠંડાં રજકણમાં પ્રવેશ કરી સંબંધાર્કણને તોડે છે તેથી પીગળેલાં રજકણની ગરમી પણ બરફનાં રજકણ જેટલીજ રહે છે પણ તમામ બરફ પીગળી જતાં ગરમી નાશ થવા માર્ગ રહેતો નથી એટલે પારો 10° ચઢે છે એથી પાણીની ગુણ ઉષ્ણતા 10° કહેવાય છે. મીણ અને કોકમ ધીથી પણ આમજ બને છે, માત્ર તેમાં ઉષ્ણતામાન 10° નહિ પણ બીજા માપનું હોય છે; કેમકે પદાર્થમાત્રના દ્રાવક અંશ જૂદા જૂદા હોય છે.

આ રીતે ધન પદાર્થના રજકણોને છૂટી પાડવામાં ઉષ્ણતા ખપી જાય છે અને જે ઉષ્ણતામાપક્યંત્ર ઉપર બિલકુલ અસર કરતી નથી તે પ્રવાહીની છુપી ગરમી કહેવાય છે. પ્રવાહી ધી, તેલ, પ્રવાહી કોકમ તેલ, મધ, પ્રવાહી મીણ વગેરે ઠંડાં લાગે છતાં તેમાં ગુણ ઉષ્ણતા હોય છે. પાણીમાં મીઠું કે ખાંડ નાખીએ તો આમળી જાય છે. પદાર્થ ગરમી વગર પીગળતો કે આગળતો નથી, છતાં પાણીમાં આ પદાર્થો આગળે છે. પાણીમાં ગુણ ગરમી રહેલી છે તેથી તે ગરમી પદાર્થને આગળે છે અને એ રીતે ગરમી વપરાતાં મિશ્રણ ઠંડું પડે છે. પાણીની ગુણ ગરમી કરતાં વધુ ગરમીથી પીગળતા પદાર્થો પાણીમાં ગળતા નથી. પાણીની ગરમી વપરાઈ જતાં પણ ખાંડ પૂરી આગળી ન રહે એટલી હોય તો કેટલીક ખાંડ આગળ્યા વગર પડી રહે છે.

ગુપ્ત ગરમી નીકળતાં પ્રવાહી પદાર્થ ધનરૂપ થાય છે—પ્રવાહી પદાર્થની છૂપી ગરમી નીકળી જતાં પદાર્થ ધનરૂપ ધારણ કરે છે, પાણીની ૮૦° છૂપી ગરમી નીકળી જતાં બરફ બની જાય છે. એજ રીતે પ્રવાહી બી, કૅકમ, તેલ, મીણ, મધ વગેરે ધનરૂપ બને છે. દુધની છૂપી ગરમી આદસ—બરફના સંસર્ગથી કાઢી નાખી આઈસક્રીમ બનાવાય છે. બરફ, કરા, ચખ, ઝાકળ, ધૂમસ, વાદળાંએ પાણીની છૂપી ગરમી કમી થવાથી કમી થયાના પ્રમાણમાં જૂદું જૂદું ધનરૂપ કે રજકણ સમૂહનું પ્રવાહીરૂપ બને છે. ઠંડક ચાલુ રાખવા આઈસક્રીમ બનાવતાં બરફ સાથે મીઠું રાખવામાં આવે છે; કેમકે દૂધની છૂપી ગરમી બરફમાં પ્રવેશે છે, એ ગરમી મીઠાનું દ્રાવણ કરવામાં નાશ પામે છે તેથી બરફ ઠંડો રહે છે. માખણમાં મીઠું ભેળવવાથી પ્રવાહીરૂપે રહેલી ગુપ્ત ગરમી મીઠામાં શોષાઈ જાય છે તેથી માખણ વધુ ધન રૂપ બની ટકાઉ થાય છે. ફાયર બ્રુફ તીન્નેરીઓના બે પડ વચ્ચે મંદવાહક નવસાર કે ફટકડી દ્વારા રાખવામાં આવે છે. બહારનું પડ અગ્નિથી ગરમ થતાં આ દ્વારા પીગળવામાં ઘણી ગરમી નાશ પામે છે તેથી અંદરના પદાર્થ સહીસલામત રહી શકે છે. ઠંડાં સરખત ગુપ્ત ગરમીનો નાશ થતાં બને છે.

વાયુરૂપી પદાર્થનો છૂપી ગરમી—૧૦૦ ગરમીવાળા પાણીની વરાળ કરવામાં જે ઉષ્ણતા વપરાય છે તે વરાળની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કહેવાય છે.

વરાળ અને વાયુ—હવા એકજ રૂપના પદાર્થ છે, પણ વરાળ થોડી ઠંડીથી દ્રવરૂપ—પ્રવાહીરૂપ ધારણ કરે છે ત્યારે વાયુને ઘણી ઠંડક કે દબાણની જરૂર પડે છે.

ઉષ્ણતા માપક (સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતા માપક) યંત્રના જે બિન્દુએ પ્રવાહી પદાર્થ ઉકળે છે તે બિન્દુ તે પદાર્થનું ઉત્કલન બિન્દુ કહેવાય છે.

પ્રવાહી પદાર્થની રજકણો છૂટી હોય છે પણ પ્રવાહી કરતાં વરાળની રજકણો વધુ છૂટી હોય છે. પ્રવાહીમાં છૂપી ગરમી હોવાથી ધન પદાર્થ કરતાં રેનેહાકર્ષણ કમી હોય છે, પણ વાયુ રૂપમાં રેનેહાકર્ષણ તદ્દન નાશ પામેલું હોય તેથી એ રેનેહાકર્ષણ નાશ કરનાર છૂપી ગરમી પ્રવાહી કરતાં વિશેષ રહેલી હોય છે.

ઠંડું જણાતું પાણી ૮૦° છૂપી ગરમીવાળું હોય છે. એ પાણીને ગરમ કરતાં સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતામાપકયંત્રમાં પારો ૧૦૦° એ ચઢી જઈ

સ્થિર થાય છે એટલે પાણી ઉકળી વરાળ થઈ ઉડવા માંડે છે. હવે વધુ ગરમી આપ્યા કરવાથી પાણી ઉંચો ચઢતો નથી પણ તાપ બંધ કરતાં પાણી ઉકળતું બંધ થાય છે. ૧૦૦° ઉપરની ગરમી રજકણોના સ્નેહાકર્ષણને તોડવામાં વપરાઈ જાય છે. આ રીતે ૧૦૦° ઉપરની ગરમી વપરાઈ તે વરાળની ધૂપી ગરમી કહેવાય છે. ૬ રતલ ૦° ના ઠંડા પાણીમાં ૧ રતલ વરાળ પ્રસાર કરતાં પાણી ૧૦૦° નું ગરમ થઈ જાય છે.

પાણી-પ્રવાહીરૂપ પદાર્થ તેની જાત પ્રમાણે જુદાજુદા ઉષ્ણમાને ઉકળે છે. પાણી ૧૦૦°એ ઉકળે છે ત્યારે તેલ ૧૨૦°એ ઉકળે છે. તેલ ઉકાળવાને ૧૦૦° ચઢ્યા પછી ૨૦° જેટલી ગરમી તેજમાં વધુ દાખલ થાય છે ત્યારે ઉકળે છે.

પ્રવાહી પદાર્થ ૩ રીતે ઉકળે છે. (૧) ઉપર કહી તે રીતે-ઉકાળવાની રીતે; (૨) ગરમ પદાર્થપર પ્રવાહીને મૂકતાં ઉકળે છે; (૩) આખી ભવનક્રિયાથી ઉકળે છે.

પહેલી ઉકાળવાની ક્રિયા કહેવાય છે. બીજી રીત પહેલી રીતને મળતીજ છે, પણ એમાં પદાર્થને ગરમ કરી ગરમીને બદલે વાપરવામાં આવે છે અને પ્રવાહીના થર પ્રમાણે વતું આછું ઉકળે છે. ધગધગતો ધાતુનો ગજ કરી પ્રવાહીનું ટીપું મૂકતાં પાટીપરનું પાણી વરાળરૂપ બને છે પણ વરાળ અગ્નિની મંદવાદક હોવાથી ઉપરનું પાણી ગરમ થતું નથી, પણ સ્થળાંતર કરતાં બાકીનું ગરમ થઈ ઉડી જાય છે. આવીજ રીતના કાંઈ પ્રવાહી વાપરી જાદુગરો દેવતાપર ચાલી શકે છે.

આખીભવનક્રિયા-આખીભવનમાં ગરમીની જરૂર છે. આગરમી બીજા સૂર્ય વગેરે ગરમ પદાર્થોમાંથી ઇથર મારફત મળે છે. હવામાં ખુલ્લું રહેલું પાણી કે પ્રવાહી પદાર્થપર આ ગરમી લાગતાં ઉપરનો પ્રવાહી વરાળરૂપે ઉડી જાય છે. બહારની ઇથર મારફતે ગરમી ન મળતી હોય તોપણ પ્રવાહીપર આ ક્રિયા નિરંતર ચાલુ રહે છે. પ્રવાહીની ગુપ્ત ગરમી સપાટીના પ્રવાહીને ઉકાળવામાં અપતી જાય છે એથી ભાખીભવન ક્રિયા થતાં સપાટીનો પ્રવાહી ગરમ હોય છે પણ અંદરનો પ્રવાહી સાધારણ રીતે જોષ્ટતા ઉષ્ણમાન કરતાં ઠંડો પડે છે. આ રીતે જ્યારે ઉકાળવાની ક્રિયા પાણીને તળિયે થાય છે ત્યારે આખીભવનની ક્રિયા પ્રવાહીની ઉપર સપાટીપર થાય છે.

આખીભવનનો વ્યવહારમાં ઉપયોગ—હાથમાં મઘાર્કનું—ધથરનું ટીપું રાખીએ છીએ તો હાથની ગરમીથી ઉડી જાય છે ત્યારે હાથમાં ઠંડક લાગે છે; કેમકે હાથની સ્વાભાવિક—ગુપ્ત ગરમી તેટલી કમી થાય છે. બરફ મોઢામાં કે હાથમાં રાખતાં પણ આજ કારણથી ઠંડક લાગે છે. પરસેવો પવનથી ઉડી જતાં શરીરની ગરમીને લેતો જાય છે તેથી શરીરે પરસેવો નીકળતાં પવન લાગવાથી ઠંડક લાગે છે. માથું ગરમીથી દુઃખે છે ત્યારે કાલન-વોટરનાં પોતાં મૂકતાં કાલનવોટરમાંનો મઘાર્ક ગરમીથી ઉડી જતાં માથું ઠંડું પડે છે. પ્લેગમાં માથે ચઢેલી ગરમી આજ કારણે બરફ મૂકી કમી કરવામાં આવે છે. ઉનાળામાં કુંજનું પાણી છિદ્રોમાંથી બહાર નીકળી આજુબાજુની ગરમીને વાપરી ઉડી જાય છે તેથી કુંજનની આજુબાજુ ઠંડી હવાનું પડ જમી કુંજનના પાણીને ઠંડું રાખે છે. છિદ્ર બંધ થતાં આ આખીભવનક્રિયા થતી નથી તેથી જૂના કુંજનું પાણી તેટલું ઠંડું રહેતું નથી અને એજ કારણથી માટીના વાસણના જેટલું ધાતુનાં વાસણોનું પાણી ઠંડું રહેતું નથી. ગરમ રસ્તાપર પાણી છાંટતાં આખીભવન થાય છે તેથી રસ્તાની જમીનની ગરમી વપરાઈ રસ્તા ઠંડા પડે છે. ઉત્ત્ત્વવાસમાં ઘણી ગરમી નીકળી જવાથી ઉનાળાના તાપમાં અને ગરમીવાળાં બાંયલરો પાસે ટકી શકાય છે. આખીભવન-ક્રિયા કરી પાણીનું ઉષ્ણતામાન ઘટાડી બરફ બનાવાય છે. બીના શરીરપર પવન લાગતાં જોરથી આખીભવન થતાં શરીરની ગરમી ઘટી જતાં શરદી—સળેખમ થાય છે.

પ્રકાશ અને તેનો ફેલાવો.

પ્રકાશનું સ્વરૂપ:—અજવાળું—તેજ એ પ્રકાશનાં બીજાં નામ છે. પ્રકાશમાં પ્રકાશ અને ગરમી બન્ને હોય છે; કેમકે પ્રકાશથી શરીરને ગરમી લાગે છે. ગરમ સળીઆમાં સખત ગરમી છતાં પ્રકાશ હોતો નથી એટલે ગરમીમાં પ્રકાશ નથી પણ ગરમીનો વેગ જોસબંધ થાય છે ત્યારે પ્રકાશ થાય છે; જેમકે સળીઓ ગરમ થતાં થતાં ધગધગતો થાય છે ત્યારે ગરમી સાથે પ્રકાશ પણ આપે છે. પ્રકાશથી શરીરને ગરમીની અસર થાય છે અને આંખને તેજ લાગે છે. ચંદ્રના પ્રકાશમાં ગરમી હોતી નથી પણ ચંદ્ર જાતે પ્રકાશિત નથી. સૂર્યનો પ્રકાશ ચંદ્રપર પડે છે ત્યારે પ્રકાશમાંની ગરમી ચંદ્રપર ફેલાઈ જાય છે અને

પ્રકાશજી માત્ર પરાવર્તન પામે છે તેથી એ પરાવર્તન પામેલા પ્રકાશમાં ગરમી હોતી નથી. ત્રિકોણાકાર કાચનો હીરા તડકે ધરતાં પ્રકાશનું પૃથક્કરણ થાય છે એટલે ૧ કિરણરૂપ ગરમી, ૨ લાલ રંગ, ૩ નારંગી રંગ, ૪ પીળો રંગ, ૫ લીલો રંગ, ૬ વ્યાસ્માની રંગ, ૭ જાંબુડો રંગ, ૮ કિરણરૂપી ગરમીનો આળો પડે છે જે સ્વરૂપ આપણે મેઘધનુષ્ય—ઈર્ધધનુષ્યમાં જોઈએ છીએ. જે છેડાનાં ગરમીનાં કિરણોમાં ૧ લા નંબરની ગરમીનાં કિરણ આકળાં—સખત હોય છે. આ બન્ને ગરમીનાં કિરણો અદૃશ્ય ગરમ કિરણો કહેવાય છે. રંગવાળા પાંચ ભાગ રંગિત કિરણો કહેવાય છે. આ પાંચમાં ગરમી કમી છે અને પ્રકાશ વિશેષ છે. સૌથી વધુ તેજ પીળા રંગનાં કિરણોમાં છે. આ રંગિત કિરણો દૃશ્ય કિરણો કહેવાય છે.

મેશથી ગરમી શોષાઈ જાય છે તેથી સૂર્ય સામે જોવું હોય ત્યારે મેશ-વાળા કાચથી જોઈ શકાય છે.

પ્રકાશ આકળો હોય તો સાથેનાં ગરમીનાં કિરણ પણ આકળાં હોય છે, પણ ગરમીની અસર પદાર્થના અંતર પ્રમાણે વત્તી આછી લાગે છે. જેમ પદાર્થ દૂર તેમ ગરમી કમી લાગે છે.

પ્રકાશથી પદાર્થ દેખાય છે:—પ્રકાશ જે વસ્તુમાંથી ચોતરફ ફેલાય છે તે વસ્તુ સ્વપ્રકાશિત કહેવાય છે. સૂરજ, દીવો, વીજળીનો દીવો, ધગ-ધગતો અગ્નિ અને સવળા બળતા પદાર્થ અને તારા સ્વપ્રકાશિત (પોતાની મેળે પ્રકાશ આપનાર) પદાર્થ છે. બીજા પદાર્થનો પ્રકાશ પડવાથી દેખાતા પદાર્થ પરપ્રકાશિત કહેવાય છે. ચંદ્ર અને બીજા પદાર્થો બીજાના પ્રકાશ-થીજ દેખાય છે. અંધારા ઓરડામાં કે ભોંયરામાં એજ કારણે દિવસે પણ દીવો કરવો પડે છે. અંધારી રાત્રે પદાર્થ દેખાતા નથી પણ અજવાળી રાત્રે દેખાય છે. ઓરડામાં દિવસે કે રાત્રે પ્રકાશ અંદર પડવાથી કે એળિયાથી કે બીજી રીતે પ્રકાશ અંદર ફેલાવાથી વસ્તુઓ દેખાય છે. સ્વપ્રકાશિત વસ્તુઓ નિરંતર દેખાયાંજ કરે છે.

પ્રકાશનાં કિરણ વસ્તુ પર પડે છે અને વસ્તુપરથી પાછા ફેંકાઈ આ-ખમાં દાખલ થાય છે એટલે પદાર્થ દેખાય છે. આંધળાની આંખમાં એ કિરણો અસર કરતાં નથી તેથી તેને પદાર્થ દેખાતા નથી.

પ્રકાશનો ફેલાવો:—પ્રકાશ એ અતિ ધૂનતી અવસ્થા છે. ગરમી કરતાં આ ધૂનરો વધારે હોય છે. પ્રકાશનો ધૂનરો ઇથરમાં ધૂનરો ઉત્પન્ન કરી ઇથરનાં મોજાં ઉત્પન્ન કરે છે અને એ મોજાં આંખમાં પ્રવેશે એટલે આંખની અંદરની ત્વચાનાં જ્ઞાનતન્તુઓનાં પરમાણુઓ ધૂન ઉડી મગજને ખબર કરે છે તેથી પ્રકાશનો બોધ થાય છે. આ પ્રકાશ ફેલાવનાર ઇથરનાં મોજાં એજ પ્રકાશનાં દૃશ્ય કિરણો—રંગિત કિરણો—કહેવાય છે. અવાજ હવા મારફતે અને ધીમેથી ફેલાય છે પણ પ્રકાશ અવકાશના તમામ ઇથર મારફતે સર્વત્ર અને બહુ વેગથી ફેલાઈ જાય છે. પ્રકાશનાં કિરણોનો વેગ દર સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ મૈલ હોવાથી તે એકદમ ફેલાઈ જાય છે એમ કહેવાય છે.

પ્રકાશનાં કિરણ સીધી લીટીમાં પડે છે તેથી સૂર્ય, ચંદ્રનાં અગ્નિયાં તેમના ફરવા પ્રમાણે ફરે છે. કાણું પાડેલાં ત્રણ પત્તાં સીધી લીટીમાં કાણું આવે એવી રીતે ગોઠવવાથી દીવો દેખાય છે પણ સીધી લીટીમાં ન રાખીએ તો દેખાતો નથી; કેમકે પ્રકાશનાં કિરણ સીધી લીટીમાં પ્રસરે છે.

પ્રકાશનાં કિરણ અપારદર્શક પદાર્થની પાર જઈ શકતાં નથી તેમ વાંકાં વળીને પણ પેસતાં નથી તેથી પદાર્થ અને આંખ વચ્ચે અપારદર્શક પદાર્થ આવતાં પદાર્થ દેખાતો નથી. એથીજ વચમાંના પદાર્થ પર પ્રકાશ પડે છે અને પાછળ ઓળો—છાયા પડે છે છતાં છાયામાં કે ઘરમાં પ્રકાશ પડે છે. એ પ્રકાશ આસપાસની વસ્તુઓ અને વાતાવરણનાં પરમાણુઓ પરથી ફટલાંક કિરણો પાછા ફેંકવાથી દાખલ થયેલો હોય છે.

સિંધાલુણો પડેો ગરમીનાં કિરણને પેસવા દે છે અને ફટકડીના પડવાળો પડેો માત્ર પ્રકાશનાં દૃશ્ય કિરણોનેજ પેસવા દે છે તેથી જેની જેની જરૂર હોય તે તે જાતના પડા વાપરવાથી લાભ થાય છે.

પ્રકાશનું પરાવર્તન.

પરાવર્તન:—પાછા વળવું. પ્રકાશનું પરાવર્તન : પ્રકાશ બીજા પદાર્થ પર પડી પાછો વળે તે.

પ્રકાશનાં કિરણો સીધી લીટીમાં જાય છે પણ તેને મરજી પ્રમાણે ફેરવી શકાય છે એટલે તેની દિશા બદલી શકાય છે, પણ દિશા બદલાયા

પછી પાછાં સીધી લીટીમાંજ જાય છે. હવા, પાણી કે કાચની આરસી જેવા અમુક ધન પદાર્થ પર પ્રકાશ પડતાં પ્રકાશના કિરણોના ૩ વિભાગ થાય છે. આ ક્રિયા બંને પ્રકારના કિરણોની થાય છે. કિરણોનો ૧ ભાગ પદાર્થના પૃષ્ઠપરથી પાછો ફેંકાય છે—પરાવર્તન પામે છે અને તે મૂળ પદાર્થમાં પરત જાય છે. પૃષ્ઠ નિયમિત હોય તો તમામ ભાગ નિયમિત રીતે પરત જાય છે. આ ક્રિયા પ્રકાશનું પરાવર્તન કહેવાય છે.

કિરણોનો બીજો ભાગ પદાર્થમાં જઈ દિશા બદલી અમુક નિયમના ધોરણે વાંકા વળે છે તે પ્રકાશનું વક્રીભવન (વાંકા વળવાની ક્રિયા) કહેવાય છે.

કિરણોના ત્રીજા ભાગનું પદાર્થમાં શોષણ થઈ તેની ઉજ્જ્વલતા બંધ પદાર્થ ગરમ થાય છે. એટલે ઇથરનાં મોઝાં મારફત પ્રકાશ અંદર ન પેસતાં બહાર વિરામે છે ત્યારે ઇથરનાં મોઝાં પોતાની ગતિ પદાર્થના પૃષ્ઠ પર આપી પોતે વિરામે છે તેથી પદાર્થ ધૂણ ઉઠી ગરમ થાય છે. વળી કાંઈક ભાગ છિન્નભિન્ન થઈ અવ્યવસ્થિત રીતે ફેલાઈ જાય છે.

પરાવર્તનક્રિયા—કાચ પારદર્શક છે તેથી ચળકતો અપારદર્શક પદાર્થ બનાવવાને તેની પાછળ પારા અને કઢાઈનું મિશ્રણ લગાડવામાં આવે છે. આ આરસી અપારદર્શક પદાર્થ છે; કેમકે એનાથી હવે એની પાછળ રહેલી વસ્તુ દેખાતી નથી. આ આરસી અપારદર્શક હોવાથી કિરણો પાર જતાં નથી પણ ચળકતી લીસી સપાટીને લીધે એના પર પડેલાં કિરણો પ્રસાર નહિ થવાથી સપાટી પર થઈ બાલની પેઠે ઉછળી પરાવર્તન પામે છે. એળિયામાં કાચની આરસી મૂકતાં આરસી-પરનાં કિરણ હવામાં પાછાં ફેંકાય છે. કિરણ જમણી તરફથી આવે છે તો પરાવર્તન પામેલાં કિરણ ડાબી બાજુએ જાય છે, અને ડાબી મેરથી આવે છે તો જમણી મેર પરત વળે છે. પડતાં અને પરાવર્તન પામતાં કિરણોની સીધી લીટી એક બિન્દુમાં મળે છે. એ બિન્દુમાંથી ઉપર લંબ દોરતાં પતનકાણુ (લંબ અને પડતા કિરણની વચ્ચેનો ખૂણો) તે પરાવર્તનકાણુ (લંબ અને પરાવર્તન પામેલા કિરણની લીટી વચ્ચેનો ખૂણો) ની બરાબર થાય છે.

પારદર્શક પદાર્થ પર પડતાં કિરણો પરાવર્તન પામતાં નથી પણ કિરણોની દિશા બદલાઈ અંદર પ્રવેશ કરે છે તેથી પરાવર્તન માટે અપારદર્શક

પદાર્થ જોઈએ છે. ખડખડા ધન પદાર્થમાંથી થોડું પરાવર્તન થાય છે અને તે નિયમિત ન થતાં ચોમેર ફેલાઈ જાય છે. એથી લીસી ચળકતી વસ્તુના પરાવર્તનનું પ્રતિબિંબ પડે છે પણ ખડખડા પદાર્થનું પ્રતિબિંબ પડતું નથી. પદાર્થ પર પ્રકાશ પડતાં પરાવર્તન પામે છતાં પણ સહજ બેમાલુમ ખડખડાટ હોય છે તેથી પ્રકાશનો થોડો ભાગ અનિયમિત ફેલાય છે તેને લીધે પ્રકાશ પડતાં (અને પરાવર્તન પામે તોપણ) પદાર્થ જોઈ શકાય છે. પૃથ્વિ બિલકુલ ખડખડું ન હોવાથી તમામ પ્રકાશ પરાવર્તન પામે તો આરસી જોઈ શકાય નહિ. મેશમાંથી ગરમીનાં કિરણુ—અદૃશ્ય કિરણુ—પરાવર્તન પામતાં નથી. ચાંદીમાંથી વધુ પરાવર્તન થાય છે અને ચાંદી કરતાં ચળકતી પિત્તળની પટ્ટી પર વધુ પરાવર્તન થાય છે.

પ્રતિબિંબ પડવાનું કારણ:—આંખમાં પેસતાં કિરણોથી પદાર્થ દેખાય છે તેથી પદાર્થ કિરણોની દિશામાં દેખાય છે. આંખમાં પેસતાં કિરણો પદાર્થમાંથી સીધી લીટીમાં આંખમાં પેસે છે ત્યારે પદાર્થ મૂળ સ્થળે દેખાય છે, પણ કિરણો પરાવર્તન પામે છે ત્યારે પરાવર્તન પામતાં કિરણો જે દિશામાંથી આવી આંખમાં પેસે છે તે દિશામાં પદાર્થ દેખાય છે. આજ કારણથી પરાવર્તનથી પ્રતિબિંબ પડે છે અને પ્રતિબિંબ આરસીની પાછળ દેખાય છે.

અસ્થિર કે હાલતા પાણીની સપાટી અસમાન થવાથી કિરણોનું અસમાન પરાવર્તન થાય છે તેથી તેમાં પ્રતિબિંબ જણાતું નથી. સ્થિર પાણી કે આરસીમાં સપાટી સ્થિર રહેવાથી પ્રતિબિંબ જણાય છે. પ્રતિબિંબ એ ઓળો કે પડછાયો નથી. ઓળો કે પડછાયો સૂર્ય કરતાં નાનો મોટો થાય છે પણ પદાર્થના પ્રતિબિંબમાં એવી વધવટ થતી નથી. વસ્તુ પર પ્રકાશનાં કિરણુ પડી પાણી કે આરસીની સપાટી પર પરાવર્તન પામે છે અને ત્યાંથી આપણી આંખમાં આવે છે તેથી પાણી કે આરસીની પાછળ કિરણોની દિશામાં પદાર્થ દેખાય છે અને એ સપાટી પરનાં પરાવર્તન પામતાં કિરણોનો જથ્થો એકજ બિન્દુમાંથી નીકળે છે તેથી પાણી કે આરસીમાં સપાટીથી પદાર્થ જેટલે અંતરે હોય તેટલે અંતરે પાછળ ઉંધા રૂપમાં માલુમ પડે છે. ઉદાહરણ તરીકે ઓપણે આરસીમાં મુખ ધરીએ છીએ ત્યારે મુખ પરનાં પ્રકાશનાં કિરણુ આ-

સત્તી પર પડે છે અને આરસી પરથી પરાવર્તન પામી કિરણુ આપણી આંખમાં આવે છે માટે મુખ આરસીની પાછળ કિરણુની દિશામાં ઉંધું અને આરસીથી જોટલું દૂર હોય તેટલું પાછળ દેખાય છે. મુખપર કિરણુજ ન પડે એવા અંધારામાં ઉભા રહી આરસીમાં જોવાથી પ્રકાશનું પરાવર્તન થવા પામતું નથી તેથી મુખ દેખાતું નથી.

પ્રકાશનું વક્રીભવન.

વ્યાખ્યા:—કિરણુ સપાટી પરથી પરાવર્તન ન પામતાં વચ્ચા પડ-આમાંથી પ્રસાર થઇ મરડાઈ નીકળી જાય છે ત્યારે પતનકોણુ કરતાં પરાવર્તનકોણુ ન્હાનો કે મોટો થાય છે તે વક્રીભવનક્રિયા કહેવાય છે. વક્રીભવન પ્રકાશ અને ગરમીના દૃશ્ય અને અદૃશ્ય તમામ કિરણોનું થાય છે અને એના આધાર પદાર્થની સપાટી ઉપર રહે છે.

ક્રિયા:—પારદર્શક પદાર્થમાંથી કેટલાંક કિરણો પ્રવેશ કરી શકે છે પણ કિરણોની દિશા બદલાઇ જાય છે. ઉદાહરણ—કાચની બારીઆગળે થઇ આરસીમાં પ્રકાશ આવે છે ત્યારે એમજ બને છે. એજ રીતે વાયુમાંથી પાણીમાં પ્રકાશ જાય છે ત્યારે પાણીની સપાટી પર થોડો ભાગ પથરાઈ જાય છે, થોડો ભાગ પરાવર્તન પામે છે અને બાકીનો ધણો પાણી પારદર્શક હોવાથી પ્રવેશ કરે છે; પણ કાચની અંદર કિરણોને વાંકાં વળવું પડે છે. આ પ્રમાણે જુદી જુદી ઘાડાઇના પારદર્શક પદાર્થના સંબંધ થતાં સપાટી આગળ કિરણો મરડાય છે તે પ્રકાશનું વક્રીભવન કહેવાય છે.

પાતળા પદાર્થમાંથી ઘાડા પદાર્થમાં એટલે વાયુમાંથી પાણીમાં જતાં પ્રકાશનાં કિરણુ લંબ લીટી તરફ મરડાય છે અને ઘાડા પદાર્થમાંથી પાતળા પદાર્થમાં જતાં એટલે પાણીમાંથી હવામાં જતાં કિરણુ લંબ લીટીથી જરા દૂર મરડાય છે.

નાની રકાખીમાં પાવલી મૂકી પાવલીની કોરજ માત્ર દેખાય એવી રીતે રકાખીની કોરે આંખ રાખવી. પત્તામાં કાણું પાડી જોતાં એમ બરાબર જોવાય છે. રકાખીમાં બીજા પાસે પાણી રેડાવવું એટલે તમામ પાવલી દેખાય છે અને વળી રકાખીનું તળિયું તથા પાવલી ઉંચાં આવેલાં જણાય છે.

કેમકે પાવલીમાંથી આવતાં કિરણ પાણીમાંથી હવામાં આવે છે. પાણી પાર-દર્શક છે તેથી કિરણ મરડાઇને વક્રીભવન પામીને નીકળે છે. પાણી સપાટી પર આવતાં કિરણ લંબ લીટીથી થોડે છેટે મરડાઇ આંખમાં આવે છે એથી પાવલીનાં કિરણ સીધાં ઉપર જવાને બદલે આંખ ભણી મરડાઇ આંખમાં પેસે છે તેથી આંખે આખી પાવલી દેખાય છે અને મૂળ જગ્યાએ ન દેખાતાં જરા ઉંચી દેખાય છે એટલે વક્રીભવન પામેલાં કિરણ આંખમાં પેસે છે તેમની સીધી લીટીમાં દેખાય છે.

પ્રયોગઃ—પાણીના પ્યાલામાં સીધી સળી ત્રાંસી મૂકીએ અને એક આબુએથી નેઇએ તો સળી પાણીની સપાટી પાસે વાંકી વળેલી દેખાય છે. અને પાણીમાંના ભાગ હોય તે કરતાં ન્હાનો દેખાય છે. કિરણોના વક્રીભવનને લીધે પાણીમાંના ભાગ ઉંચો દેખાય છે તેથી ટુંકી દેખાય છે અને પાણીમાં કિરણ વાંકાં વળવાથી સપાટી આગળથી વાંકી વળેલી દેખાય છે. પાણીમાં ડૂબેલું વાસણ વક્રીભવનથી વાંકું—ચપટું દેખાય છે અને પાણીમાંની વસ્તુઓ હોય તે કરતાં ઓછી ઉંડાઇએ દેખાય છે.

પ્રમાણઃ—જુદી જુદી ધાડાઇના એ પદાર્થમાં થઇને પ્રકાશનાં કિરણ પ્રવેશે છે ત્યારેજ કિરણોનું વક્રીભવન થાય છે. આ ધાડાઇમાં એકાએક ફેર થતાં વક્રીભવનમાં એકાએક ફેરફાર થાય છે અને ધીમે ધીમે ધાડાઇમાં ફેર પડે છે તો વક્રીભવન ધીમે ધીમે થાય છે તેથી તેના આકાર વાંકી લીટીની આકૃતિ જેવો થાય છે. વાતાવરણ જમીન પર જાડું અને ઉપર ધીમે ધીમે પાતળું પાતળું થતું જાય છે. આકાશી પદાર્થનાં કિરણ એ પાતળા વાતાવરણમાં થઇને ધીમે ધીમે ધાડા વાતાવરણમાં પ્રવેશે છે તેથી એ કિરણો લંબ લીટી તરફ વધુ વધુ મરડાતાં જાય છે. વાતાવરણની આવી સ્થિતિથી આકાશી પદાર્થ ખરા સ્થળે ન દેખાતાં જરા ઉંચા દેખાય છે. માથાપરના તારાનું વક્રીભવન થતું નથી; કેમકે એ વખતે કિરણ લંબ રૂપે પડે છે; પણ આપણાથી દૂરના તારાનું તેજ વક્રીભવન પામે છે અને તારો ક્ષિતિજની પાસે પાસે હોય છે ત્યારે વધારે વક્રીભવન પામે છે. એથી સૂર્ય અને બીજા તારા ક્ષિતિજની નીચે જતાં પણ વક્રીભવનથી થોડી વાર દેખાય છે.

વિદ્યુત.

ધસવાથી વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે:—ટેબલપર કાગળના કડકા, સોનાના વરખ કે પીછાં મૂકી કાચનો સળીઆ ધરતાં કડકા, સોનાના વરખ, કે પીછાં પર કાંઈ અસર થતી નથી. કાચના સળીઆને થોડા ગરમ કોરા રેશમી રુમાલથી ભેરથી ધસી ધરતાં ટેબલપરના તમામ પદાર્થ કાચના સળીઆને ભેરથી વળગી પડે છે. કાગળનું પેંગડું અને રેશમની દોરી વડે લાકડાને આડું લટકાવી ધસેલો સળીઆ ધરતાં લાકડું ખેંચાઈ સળીઆ તરફ આવે છે. લાકડાના ચોકઠામાં કાચની નળી બેસાડી તેને રેશમનો દોરો બાંધી છેડે જૂના બરના ગરને લટકાવી ધસેલો સળીઆ ધરતાં ગર ખેંચાઈ કાચના સળીઆને છેડે વળગે છે. ગરને બદલે ખૂચ લટકાવી ધસેલો સળીઆ ધરતાં ખૂચ ખૂચ ખેંચાય છે.

ધસેલા સળીઆને રેશમી દોરી અને કાગળના પેંગડામાં આડો લટકાવી લાકડું ધરતાં સળીઆ લાકડાથી ખેંચાય છે.

બિલાડીનાં રુવાંવાળા ચામડાપર કાચના સળીઆને ધસી કાગળના કડકા, સોનાના વરખ, પીંછાં, બરના ગર કે ખૂચ પાસે ધરતાં પણ એ વસ્તુઓ ખેંચાઈ કાચના સળીઆને છેડે વળગે છે. એ સળીઆને પ્રથમની પેઠે કાગળના પેંગડામાં રેશમની દોરીથી લટકાવીને લાકડું ધરતાં સળીઆ લાકડા તરફ ખેંચાય છે.

લાખની લાકડીને બિનના ગરમ કોરા રુમાલથી—ફલાટીનથી ધસીને એજ પદાર્થો પાસે ધરતાં ખેંચાઈ લાખની લાકડીને છેડે વળગે છે. લાખની લાકડીને કાગળના પેંગડામાં રાખી કાચની લાકડી—સળીઆ ધરતાં લાખની લાકડી ખેંચાય છે.

આ રીતે ધસવાથી પદાર્થમાં જે શક્તિ ઉત્તેજિત થાય છે તે વિદ્યુત-ધર્ષણવિદ્યુત (ધસવાથી ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુત) કહેવાય છે. ધસ્યા વગરના કાચના સળીઆથી કે લાખની લાકડીથી કાંઈ અસર થતી નથી.

પદાર્થ માત્રમાં વિદ્યુત છે પણ હંમેશની સ્થિતિમાં સમભાવી કહેવાય છે. એ સમભાવી સ્થિતિમાં વિદ્યુત બીજા પદાર્થ પર કાંઈ અસર કરી શકતી નથી પણ ધસવાથી સમભાવી વિદ્યુત ઉત્તેજિત થઈ અસર કરે છે.

બીનાં રેશમી વસ્ત્ર સૂકવતાં તડતડ બોલે છે ને તણુખા નીકળે છે; બિલાડીના ચામડા પર અંધારામાં હાથ ધસતાં તણુખા નીકળે છે એ તણુખા વિદ્યુતના છે.

શીઘ્રવાહક અને મંદવાહક—પિત્તળના સળીઆપર રેશમ, ફલાટીન કે બિલાડીનાં રુવાંવાળું ચામડું ધસી ખૂચ, ગોળી કે કાગળના કડકા પાસે ધરતાં કાંઈ અસર થતી નથી, પણ પિત્તળનો સળીઓ કાચમાં જડેલો હોય એવો ગજ કાચમાંથી પકડી પિત્તળપર રેશમી રુમાલ, ફલાટીન કે બિલાડીનાં રુવાંવાળા ચામડા પૈકી એક વસ્તુથી ધસી ધરતાં વસ્તુઓ પિત્તળના સળીઆ તરફ ખેંચાય છે.

પિત્તળનો ગમે તે ભાગ વસ્તુઓ આગળ ધરતાં વસ્તુઓ ખેંચાય છે પણ ધસેલા કાચના સળીઆને માત્ર છેડેજ વસ્તુઓ ચોટે છે, સળીઆના બીજા ભાગમાં કાંઈ અસર થતી નથી.

આ બે પ્રયોગથી સમજાય છે કે પિત્તળને ધસવાથી વિદ્યુત તો ઉત્પન્ન થાય છે જ પણ પિત્તળના સળીઆમાં જલદી પ્રસરી જાય છે અને કાચના સળીઆમાં પ્રસરતી નથી એટલે કાચ ગરમીનો મંદવાહક છે તેમ વિદ્યુતનો પણ મંદવાહક છે. પિત્તળના સળીઆમાં ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુત તમામ સળીઆમાં પ્રસરી ગઈ, શરીર અને પૃથ્વી પણ વિદ્યુતનાં શીઘ્રવાહક છે તેથી પિત્તળના સળીઆની વિદ્યુત શરીરમાં થઈ પૃથ્વીમાં જતી રહી તેથી ધસેલા પિત્તળના સળીઆની વિદ્યુતની અસર પદાર્થ પર થઈ નહિ; પણ કાચમાં પિત્તળને દાખલ કર્યું ત્યારે કાચ મંદવાહક હોવાથી પિત્તળના તમામ સળીઆમાં વિદ્યુત પ્રસરી અટકી રહી એટલે અસર જણાઈ.

ધાતુ, પૃથ્વી, મનુષ્યનાં—પ્રાણીનાં શરીર, સૂતરની દોરી, પાણી, એ વિદ્યુતનાં શીઘ્રવાહક છે અને કાચ, રેશમ એ વિદ્યુતનાં મંદવાહક છે. આ રીતે પદાર્થને બે રીતે વિદ્યુતવાળો કરી શકાય. (૧) પદાર્થને રેશમ કે ગરમ લૂગડે ધસીને; (૨) શીઘ્રવાહક પદાર્થનો સ્પર્શ કરાવીને.

વિદ્યુતના પ્રકાર અને કાર્ય—ધસેલા કાચના સળીઆને બરુનો ગર અડકે છે અને તરત દૂર ખસે છે, કાગળના કડકા ચોટે છે અને ફેટલીક

વારે પડી જાય છે. દૂર ખસેલો ગર પરત આવતો નથી પણ ગરને હાથ લગાડી પાછી સળીઆ પાસે ધરતાં વળી ચોટે છે અને દૂર જાય છે. પ્રથમ કાચ અને ગરમાં સમભાવી વિદ્યુત હતી. કાચને રેશમથી ધસ્યો એટલે ધર્ષણુ વિદ્યુત ઉત્પન્ન થઇ. એથી વિદ્યુતવાળા પદાર્થ અને વિદ્યુત વગરના પદાર્થ વચ્ચે આકર્ષણ થયું. ગર કાચને વળગ્યો એટલે કાચની વિદ્યુત ગરમાં પણ સ્પર્શથી દાખલ થઇ અને બન્નેમાં એકજ પ્રકારની વિદ્યુત થતાં ગર હલકો હોવાથી દૂર ખસ્યો. ગરને હાથ લગાડતાં હાથ-શરીર શીઘ્રવાહક હોવાથી વિદ્યુત ગરમાંથી શરીર મારફત પૃથ્વીમાં જતી રહી તેથી ગર વિદ્યુત વગરનો થયો એટલે કાચના સળીઆને ફરી ચોટ્યો, પણ વળી સળીઆની વિદ્યુત મળતાં એકજ જાતની વિદ્યુતવાળા બન્ને પદાર્થ થતાં ગર દૂર ખસ્યો.

રેશમની દોરીને બદલે ગરને સૂતરની દોરીએ બાંધીએ અને દોરીને કાચની નળીએ ન બાંધતાં ધાતુના તારે બાંધીએ તો કાચની વિદ્યુત ગરમાં જાય, ગરની વિદ્યુત દોરીમાં જાય, દોરીની ધાતુના સળીઆમાં થઇ પૃથ્વીમાં જતી રહે એટલે ગર કાચને ચોટેલોજ રહે; કારણ ગર વિદ્યુત વગરનો રહે છે.

કાચની નળીને બે રેશમની દોરી બાંધી બે ગર કે બૂચ લટકાવી ધસેલો કાચનો સળીઆ ધરતાં બન્ને ગર કાચને ચડી ધૂટા પડશે અને બન્ને ગરની જોળીઓ એક બીજાથી દૂર થશે; કેમકે બન્નેમાં કાચની એકજ જાતની વિદ્યુત દાખલ થઇ છે તેથી એક બીજાને દૂર ધકેલે છે.

બે બરુની જોળીઓ લટકાવી એકના આગળ રેશમથી ધસેલો કાચનો સળીઆ ધરીએ અને બીજાના આગળ જીનથી ધસેલી લાખની લાકડી ધરીએ તો એક જોળીમાં કાચના સળીઆની અને બીજામાં લાખની લાકડીની વિદ્યુત સ્પર્શથી દાખલ થશે એટલે એ બે ગરની જોળીઓ એક બીજાથી દૂર ન જતાં બન્ને એક બીજાને ખેંચશે. આમાં બન્નેમાં વિરુદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુત દાખલ થવાથી એક બીજાને ખેંચે છે.

આ ઉપરથી વિદ્યુત સંબંધે આ પ્રમાણે ધારણ બંધાય છે:-

૧ સૃષ્ટિમાં તમામ પદાર્થ વચ્ચે વિદ્યુતનું કાર્ય થાય છે.

૨ વિદ્યુતવાળા અને વિદ્યુત વગરના પદાર્થ વચ્ચે આકર્ષણ થાય છે.

ધસેલા કાચ કે લાખને ગર કે કાગળ ચોટે છે.

૩ એકજ રીતે ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુતવાળા પદાર્થ એક બીજાથી દૂર ખસે છે. કાચના ઘસેલા બે સળીઆ એક બીજાને દૂર ધકેલે છે. બે લાખના દૂર ધકેલાય છે.

૪ જુદી જુદી રીતે ઉત્પન્ન થયેલી વિદ્યુતવાળા પદાર્થ એક બીજાનું આકર્ષણ કરે છે. લાખ અને કાચના ઘસેલા સળીઆ એક બીજાને આકર્ષે છે.

૫ બે પદાર્થ ઘસતાં બન્નેમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે પણ બન્નેમાં જુદા જુદા પ્રકારની હોય છે. ઉદાહરણ—રેશમને કાચ પર ઘસતાં કાચમાં અને રેશમમાં જુદા જુદા ગુણવાળી વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે. એમ દરેક દર્ષણ વખતે બને છે.

ઉપયોગ:—વિદ્યુતથી તારના સંદેશા ચાલે છે. ગાડીઓ, આગગાડીઓ, મોટર, ટ્રામ, મીલો વગેરે કારખાનાં, પંખા, દીવાખત્તી વગેરે સાધનો ચાલુ થયાં છે.

વીજળી (આકાશી.)

આકાશી અને ધર્ષણવિદ્યુત એકજ હોવાનો શોધ:—આકાશમાં થતી વિદ્યુત અને ધર્ષણવિદ્યુત એકજ પ્રકારની છે એમ અમેરિકન વિદ્વાન રૅન્કિલને શોધી કાઢ્યું હતું. આ બન્ને વિદ્યુત એકજ પ્રકારની છે એમ સમજી તે તેની શોધ કરતો હતો એવામાં તેણે બહુ ઉંચે ચઢેલા પતંગ વાદળા સાથે અથડાયેલા જોયો એટલે પતંગ મારફત આકાશી વિદ્યુત નીચે ઉતારવા વિચાર થયો. પતંગની વચ્ચેની ઉભી સળી (ઢઢા) ને છેડે તારના અણીવાળો કડકા બાંધી પતંગ ઉંચે ઉડાવ્યો. પતંગની દોરીને છેડે કુંચી લટકાવી કુંચીએ રેશમી દોરી બાંધી ઝાડના થડને બાંધી. પતંગમાં થઇ ધન-ધાર વાદળાં પ્રસાર થયાં પણ કુંચીએ હાથ અડાડતાં વીજળીની કાંઇ અસર થઇ નહિ એટલે મુંઝાયો. એટલામાં વરસાદના છાંટા પડ્યા. ફરી કુંચીએ હાથ અડાડ્યો એટલે જળરો આંચકા લાગ્યો અને આંગળી તથા કુંચી વચ્ચે તણખો જણાયો.

તાર શીઘ્રવાહક હોવાથી આકાશી વિદ્યુત તારમાં સ્પર્શથી પ્રવેશી સળીઆમાં ફેલાઇ, પણ રેશમી દોરી વિદ્યુતની મંદવાહક હોવાથી તારની વિદ્યુત દોરીમાં

ઉતરી નહિ. દોરી વરસાદથી ભીંજતાં પાણી વિદ્યુતનું શીઘ્ર વાહક હોવાથી વિદ્યુત નીચે ઉતરી કુંચીમાં જણાઇ. આ રીતે બન્ને વિદ્યુત એકજ છે એમ ખાત્રી થતાં ફ્રેક્લિનના આનંદનો પાર રહ્યો નહિ.

વિદ્યુત નિરંતર સર્વત્ર વ્યાપી રહેલી છે:—વાદળાં વખતેજ વાતાવરણમાં ઉંચે વિદ્યુત છે એમ માનવાનું નથી. આકાશના સર્વ ભાગમાં હંમેશ-ગમે તે મોસમમાં ગમે તે જગોએ-એ રહેલી હોય છે. માત્ર આછી વત્તી હોય છે અને જુદાજુદા ગુણવાળી હોય છે. બે વસ્તુમાં વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુત હોય અને એ બે વસ્તુઓ હવાથી કે બીજા કશાથી ગતિમાન થતાં અથડાય-ભેગી થાય એટલે બે વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુતનો સંયોગ થતાં તણુ-ખા નીકળે છે-ઝમકારો થાય છે ત્યારે વીજળી થઇ એમ કહેવાય છે. વીજળીનો ઝમકારો કોઇ વખતે અદ્ય, કોઇ વખતે બહુ લાંબો, કોઇ વખતે સર્પાકાર અને કોઇ વખતે બોડાં ડાળ જેવો હોય છે. બન્ને વિદ્યુત ભેસભેર હોય તો સંયોગ થતાં ઝમકારો ભેસભેર થાય છે. વાદળાં ન હોય ત્યારે પણ બે વિરૂદ્ધ ગુણવાળા વાયુ અથડાવાથી વિદ્યુતના ઝમકારો થાય છે.

વીજળીનું પડવું:—વીજળીનો ઝમકારો વાદળાંથી પૃથ્વી સુધી પથરાઇ પહોંચી જાય છે ત્યારે વીજળી પડી એમ કહેવાય છે. પૃથ્વી કે પૃથ્વીપરના પદાર્થોની અડી પૃથ્વીમાં પડેલી વિદ્યુત સમાઇ જાય છે. પૃથ્વીપરની વસ્તુમાંની વિદ્યુતનો વાદળાંમાંની વિદ્યુત સાથે સંસર્ગ થતાં બન્ને વિરૂદ્ધ ગુણવાળી વિદ્યુત હોય ત્યારે આકર્ષણ થતાં આકાશી વીજળી પૃથ્વી તરફની વસ્તુ ખેંચાઇઆવી પૃથ્વી પર પડે છે. મોટી ઇમારતો, ઉંચાં ઝાડ વાદળાંની નજીક હોવાથી બે વિદ્યુતનો સંસર્ગ થઇ જાય છે ત્યારે વીજળી પડે છે. જે વસ્તુઓ વિદ્યુત-વાહક-વિદ્યુતની શીઘ્રવાહક અને અણીદાર હોય તેના પર વિશેષ કરીને પડે છે. ઘર-હવેલીપર વિદ્યુત પડે એટલે ઘરમાં વપરાયેલો ધાતુનો સામાન વિદ્યુતને ખેંચે છે તેથી ઘર ભાગી છિન્નભિન્ન થઇ જાય છે, અને મનુષ્યોને નુકસાન થાય છે.

વીજળીથી બચાવ કરવાની કળા:—ઉંચી હવેલીઓ અને અણીદાર મકાનોને પડતી વિદ્યુતથી બચાવવાને પડતી વિદ્યુતને એકદમ પડતાની

સાથે મકાનનો સ્પર્શ કર્યા સિવાય શીઘ્રવાહક ધાતુના સળીઆ મારફત જમીનમાં ઉતારી દેવાની તજવીજ કરવામાં આવે છે. ત્રાંબાની પહોળી પટ્ટીનો એક છેડો જમીનમાં ઉતારી દૂર સુધી લંબાવવામાં આવે છે અને પટ્ટીને મકાનની બાજુએ જડી ઉપર લઈ જઈ તેના પર લોખંડનો અણીદાર સળીઆ જડી મકાનની ટોચથી કે અણીદાર ભાગથી ૬ થી ૧૦ ફીટ ઉંચો આકાશમાં રાખવામાં આવે છે એટલે મકાન પર પડતી વિદ્યુત આ પટ્ટી મારફત પરભારી જમીનમાં ઉતરી જાય છે અને બાજુએ પડતી વિદ્યુત પણ ખેંચાઈ આ પટ્ટીમાં થઈ જમીનમાં ઉતરી જાય છે.

વીજળીનો વેગ-ગતિ:—ચમકારો બે પદાર્થના અથડાવાથી થાય છે, અને ગર્જના પણ બે વસ્તુના અથડાવાથી થાય છે. આકાશમાં બે વાદળો કે પવન પ્રથમ અથડાઈ અવાજ થાય છે અને તરતજ ચમકારો થાય છે છતાં વિદ્યુત વહેલી દેખાય છે અને અવાજ પછીથી કેટલીક વારે સંભળાય છે. અવાજ ચમકારા પછી લગભગ ૫ સેકન્ડે સંભળાય છે. અવાજનો વેગ સરાસરી દર સેકન્ડે ૧૧૨૦ ફીટ ગણાય છે તેથી વિદ્યુતનો વેગ દર સેકન્ડે $1120 \times 4 = 44800$ ફીટ ગણાય છે.

ચુંબક-લોહચુંબક.

શબ્દાર્થ:—ચુંબક=ચુંબનાર-વળગનાર. લોહચુંબક=લોહને વળગનાર. ચુંબકમાં લોહને ખેંચવાનો કુદરતી ગુણ છે. એને ચુંબક, લોહચુંબક, લોહક્રાંત, ચમક્યાણુ પણ કહે છે અને એ ખનિજ પદાર્થ છે. વળી લોખંડમાં ચુંબકનો ગુણ આપી બનાવટી લોહચુંબક બનાવાય છે.

ચુંબક ગુણ:—બે સોયને દોરીથી દૂર દૂર આડી સ્થિર લટકાવી લોહચુંબક ધરતાં મરજી પ્રમાણે ગતિમાન કરાય છે અને મરજી પ્રમાણે દિશામાં સ્થિર રખાય છે. સોયોને બદલે સીસાની પેન્સીલો, ત્રાંબા કે પિત્તળના તાર લટકાવી ચુંબકથી મરજી પ્રમાણે ગતિમાન કરાય છે અને મરજી પ્રમાણે દિશા બદલી શકાય છે અને મરજીમાં આવે તે સ્થળે સ્થિર કરાય છે. થાળી કે રકાબીમાં સોય રાખી તળે લોહચુંબક ફેરવતાં સોય ફેરે છે અને ચુંબક સોયને નચાવે છે. ચુંબકને બદલે લોહનો કડકો ફેરવતાં કાંઈ અસર થતી નથી.

ચુંબક ગુણ છે હોય છે—ચુંબક કે બનાવટી ગજવેલના ચુંબકને છેડે કુંચી ધરતાં કુંચી ચોંટે છે, પણ વચમાં ચોંટતી નથી. ચુંબક પર તારની ઝીણી ચાળણીથી લોખંડનો ભૂકા ચાળતાં બે છેડે મોટા ગુચ્છ વળગે છે પણ બંને છેડેથી વચમાં જતાં નિયમસર કદમાં નહાના થતા બચ છે અને વચમાં મધ્યગિન્દુ પાસે બિલકુલ ચોંટતા નથી. ટેબલ પર સરખી સપાટીમાં લોહનો ભૂકા પાથરી તેના પર ચુંબક મૂકી ઉંચું કરતાં પણ એવીજ સ્થિતિ થાય છે. સોય બે છેડે વળગે છે પણ ચુંબકના મધ્ય ભાગમાં વળગતી નથી.

બનાવટી ચુંબકમાં પણ બે છેડે ચુંબક ગુણ દાખલ થાય છે.

ચુંબક ગુણવાળો ૧ છેડો—ઉત્તર છેડો ઉત્તર પ્રાન્ત અને બીજો છેડો—દક્ષિણ છેડો દક્ષિણ પ્રાન્ત કહેવાય છે.

ચુંબકના કે ચુંબક ગુણવાળી સોયના વિભાગ કરતાં દરેક વિભાગ સ્વતંત્ર ચુંબક થાય છે અને દરેક વિભાગના બે છેડાએ ચુંબક ગુણ હોય છે. એ પ્રમાણે ગમે તેટલા વિભાગ કરતાં દરેક વિભાગ બે છેડાવાળો ચુંબક બને છે.

ચુંબકનું કાર્ય—સોયના મધ્ય ગિન્દુમાં જરા કાપ મૂકી ચુંબકનો એક છેડો તેના (સોયના) અર્ધા ભાગ પર દસ વીસ વાર ધસવો અને બાકીના સોયના અર્ધા ભાગ પર ચુંબકનો બીજો છેડો એજ રીતે દસ વીસ વાર ધસવો અને એ સોયને ખૂચ સાથે જડી પાણીની રકાબીમાં તરતી મૂકવી એટલે સોયનો એક છેડો ઉત્તરમાં અને બીજો છેડો દક્ષિણમાં સ્થિર થશે. ખૂચને ચાર પાંચ આંટા ચક્કર ખવડાવી પૂર્વ પશ્ચિમ મૂકી દેતાં પણ સોય ઉત્તર દક્ષિણમાં જઈ સ્થિર થશે. આ રીતે ચુંબકનો ગુણ ઉત્તર દક્ષિણ રહેવાનો છે તેથી ઉત્તર તરફનો છેડો ઉત્તર છેડો અને દક્ષિણ તરફનો દક્ષિણ છેડો કહેવાય છે.

ચુંબકને કુંચી વળગતાં કુંચી ચુંબક ગુણવાળી થાય છે અને તેના બીજો છેડો પણ ચુંબકવાળો બને છે, એટલે બીજો છેડો બીજી કુંચી લટકાવી શકાય અને બીજીને ત્રીજી લટકાવી શકાય.

ચુંબકને લોહનો ભૂકા વળગે છે. કુંચીની પેઠે ભૂકાનો દરેક કણ ચુંબક ગુણ વગરનો હોય છે, પણ ચુંબકને આડકત્તાં દરેક કણના બે છેડા ચુંબક ગુણ-

વાળા થાય છે તેથી એક છેડાં સુંબકને વળગે છે અને બીજાં છેડાં ખુલ્લું હોય છે તેને બીજાં કણ વળગી તે સુંબકવાળો થાય છે. એ રીતે એક બીજાને વળગી ગુચ્છો થાય છે.

બે ઉત્તર કે બે દક્ષિણ છેડાં એક બીજાને દૂર કરે છે પણ બે વિરુદ્ધ છેડાં એક બીજાને આકર્ષે છે. કુંચી કે ભૂકાના જુદા જુદા છેડાં એક બીજાને વળગે છે. કુંચી કે ભૂકા જુદા પડતાં સુંબક ગુણુ જતો રહે છે.

હોકાયંત્ર.

વ્યાખ્યા:—ઉત્તર દક્ષિણ દિશામાં રહેવાનો સુંબકનો ગુણુ—સ્વભાવ છે તેથી ઉત્તર દક્ષિણ દિશા નક્કી કરવા છુટા લટકતા સુંબકથી બર સમુદ્રમાં જ્યાં આકાશ અને પાણી વગર કાંઈ દેખાતું નથી ત્યાં દિશા નક્કી કરવાનું બની શકે છે અને ઉત્તર કે દક્ષિણ દિશા જાણતાં ડાખા જમણા હાથ પરથી ચાર દિશા અને ચાર ખૂણાનું સહજ ભાન થઈ શકે છે. આ છુટા સુંબકના એક છેડાં પર ઉત્તર અને બીજાં છેડાં પર દક્ષિણ નામ લખેલું હોય છે. આ દિશા ઉત્તર કે દક્ષિણ જાણવા હાથેલા કાગળ તળે ગોઠવવામાં આવે છે, તેથી ઉત્તર દક્ષિણની ભાંજગડ રહેતી નથી. આવી રીતે સુંબક ગુણુવાળી ઉત્તર દક્ષિણ દિશાએ રહેતી સોય હોકાયંત્ર કહેવાય છે.

ખનાવટ:—હોકાયંત્રમાં ૧ સુંબક ગુણુવાળી સોય, ૨ દિશા અને ખૂણા બતાવી હાથેલા આંકવાળો જડો કાગળ અને ૩ એ બેને ગોઠવવાની દાખડી એ ત્રણ વસ્તુની જરૂર પડે છે. કાગળને સોય સાથે ઉપર જડી લીધેલી હોય છે તેથી સોય સાથે કાગળ હાલ્યા કરે છે અને સોય ફરતાં કાગળ ફરે છે. દાખડીને ગમે તેમ ફેરવતાં સોય અને તેના પર જડેલા કાગળ ઉત્તર દક્ષિણુજ રહે છે તેથી ગમે તે સમયે દિશા જાણી શકાય છે.

કેટલાંક હોકાયંત્રમાં સોય ઉપર ને કાગળ નીચે હોય છે અને બન્નેને જડો લેવામાં આવતાં નથી. આ હોકાયંત્રની દાખડી ન્હાની હોય છે.

ઉપયોગ:—પહેલા પ્રકારનાં મોટાં હોકાયંત્ર સમુદ્રમાં વપરાય છે. વહાણનો મુખ્ય અમલદાર કપ્તાન કહેવાય છે અને તેના હાથ નીચેનો અમલદાર માલમ કહેવાય છે તે હોકાયંત્રની મદદથી માર્ગ જાણી શકે છે. સમુ-

દ્રમાં દિશાની ખબર ન રહે તો રસ્તા સિવાય વહાણ ચલાવતાં ખડક સાથે અથડાઇ પડવાનો યા ખોટે માર્ગે ચઢી જવાનો ભય રહે છે. આજ કારણથી જૂના વખતમાં સમુદ્રની સફર ખડુ મુશ્કેલ-જીવના જોખમની ગણાતી હતી. કાંઠા પરજ સફર થતી, કઠિ કઠિ ચાલતાં વધુ વખત જતાં થોડી મુસાફરી થતી, દિવસે સૂર્ય પર અને રાત્રે ચંદ્ર કે તારા પર આધાર રાખવો પડતો અને તે છતાં વાદળાં અને ધૂમસ વરસતાં દિશાનું ભાન રહેતું નહિ ત્યારે ઘણો ભય આવી પડતો; પણ ૮૦૦ વર્ષ પર ચુંબક ગુણવાળી સોય (હોકા-યંત્ર) વાપરવાનું શોધવામાં આવતાં સુગમ થઇ ગયું છે.

બીજા પ્રકારનું હોકાયંત્ર ખીસ્સામાં રખાય એવું હોય છે અને જમીન પર વપરાય છે. કાંઈ ખીસ્સાનાં ઘડીઆળના અછોડા સાથે લટકાવી વાપરે છે.

હવાની ઘટના.

અંધારણ:—હવાની ઘટના—હવાની અનાવટ હવા શાની બની છે તે.

હવાને આપણે જોઈ શકતા નથી પણ સ્પર્શથી—અસરથી સમજી શકીએ છીએ. હવાને આપણાં શાસ્ત્રોમાં તત્ત્વ ગણેલું છે પણ હાલના શોધથી એ તત્ત્વ નહિ પણ એ કેટલાંક તત્ત્વ—કેટલાંક પ્રકારના વાયુ વગેરે મળીને બનેલી છે એમ સિદ્ધ થયું છે. જેમાં બીજા કાંઈ પણ તત્ત્વનો ભેગ થયો ન હોય તેજ તત્ત્વ કહેવાય છે તેથી હવે હવા તત્ત્વ ગણાતું નથી. હવા અદૃશ્ય છે તેમ અતિ પારદર્શક છે. વળી જુદા જુદા વાયુ મળી હવા તે વાયુઓ નાથી જુદા ગુણવાળો પદાર્થ બનેલો નથી તેમના મેળાપથી માત્ર હવાજ બની છે.

હવામાંના મુખ્ય વાયુ—કાચની બરણીને ભીની કરી લોઢાનો સ્વચ્છ વેર પાથરવો એટલે બરણીને વેર ચોંટશે. અથવા મલમલની કાથળીમાં લોઢાનો થોડો સ્વચ્છ ભૂકો ભરી ભીની કરી કાચના સળીઆને છેડે બાંધી છેડો નીચે રહે તેમ ખાલી શીશામાં મૂકીએ અને પછી બરણીને કે શીશાને પાણી ભરેલી જાંજર રકાબીમાં ઉંઘાં વાળીએ અને કેટલાંક દિવસ રહેવા દઈએ. બરણી કે શીશો ખાલી જણાય છે પણ અદૃશ્ય હવાથી ભરેલો છે. હવે પાણીની રકાબીમાં ઉંઘાં વાળતાં બરણી કે શીશાની હવા વાતાવરણની હવાથી જુદી પડી છે. કેટલેક દિવસે રકાબીમાંનું પાણી બરણી કે શીશામાં

ચડે છે અને અંદરનો વાયુ કમી થાય છે. વાયુને બહાર નીકળવા જગદ મળી નથી છતાં કમી તો થયો છે. પાણી બરણી કે શીશાના પમા ભાગમાં ભરાયું છે અને હવા પમા ભાગની કમી થઈ છે. લોઢાના સ્વચ્છ બહારપર કાટ ચડ્યો છે. હવે બરણી કે શીશાને વધુ રાખી મૂકતાં પાણી ચઢતું નથી અને હવા ઘટતી નથી. કાટ એ લોઢું-લોઢાનો બહાર નથી. લોઢાપર ભૂરા ભૂકા ઢંકાય છે અથવા લોઢાના બહારનો ભૂરા ભૂકા થાય છે તે કાટ છે.

હવામાં મીણબત્તી બળે છે પણ ધીમેથી રકાખી ખસેડી લઈ આ શીશા કે બરણીમાં બળતી મીણબત્તી દાખલ કરતાં હોલવાઈ જાય છે એટલે શીશામાંની હવા વાતાવરણના કરતાં જુદી છે એમ સમજાય છે. શીશા કે બરણીમાંથી પમા ભાગનો પવન જતો રહ્યો છે અને હવા ભાગનો રહ્યો છે. જે રહેલો પવન બળતાને મદદ કરતો નથી પણ જતો રહેલો પવન અંદર હોત તો બળતું ચાલુ રહેત એટલે જતો રહેલો પવન બળતાને મદદ કરે છે. આ જતો રહેલો પવન લોઢાના ભૂકા સાથે મળી ગયો અને તેનો કાટ બન્યો. એ ઑક્સીજન વાયુ કહેવાય છે અને બરણીમાં કે શીશામાં રહેલો પવન નાઇટ્રોજન કહેવાય છે. હવામાં ઑક્સીજન ૫ ભાગ અને નાઇટ્રોજન ૫ ભાગ છે. બીજા પદાર્થો, વાયુઓ હવામાં છે પણ ખુબ થોડા છે તેથી આ બેજ મુખ્ય વાયુની હવા બનેલી છે એમ કહેવાય છે.

ઑક્સીજનથી ધાતુપર કાટ ચડે છે. ઑક્સીજન મળે છે ત્યારે ધાતુનું એક રીતે બળતું થાય છે. પણ આ બળતું ધીમું થાય છે. ઑક્સીજન પારા સાથે મળી સિંદૂર બનાવે છે; કેમકે સિંદૂર એ પારાનો ઑક્સાઇડ (ઑક્સીજનથી બનેલો) છે. કાટ એ ઑક્સાઇડ છે.

ફૅસ્ફરસ સાથે ઑક્સીજન મળતાં તરત સળગી ઉઠે છે તેથી બીનો રાખવામાં આવે છે. જાછર રકાખીમાં પાણી ભરી ઉપર કારી તાસક મૂકી તાસક વચમાં રહે અને પાણી તાસકમાં પેસે નહિ એવી રીતે બે પાસથી ઉઘાડી કાચની બરણી પાણીમાં મૂકતાં બહારની હવા નીચેથી બરણીમાં પેસતી નથી. બીનો વટાણા જેટલો ફૅસ્ફરસ શાહીચૂસથી ઝટ કારો પડી તાસકમાં મૂકી સળગાવી તરતજ ઉપરનું બરણીનું મુખ બંધ કરી દે તો ફૅસ્ફરસ બળ્યા

કરે છે; કેમકે અરણીમાંના ઑકસીજન ફાસ્ફરસને બળવામાં મદદ કરે છે, પણ અંદરનો ઑકસીજન ખપી જતાં બળતું હોલવાઇ જાય છે અને ધૂમાડો અંદરના રકાખીના પાણીમાં શોષાઈ જાય છે. અરણીમાંના પવન ગરમ થયેલો તેથી ઑકસીજન સિવાયનો નાઇટ્રોજન રહેલો છે; પણ તે ગરમીથી થયેલો હોવાથી બધો અરણીમાં રોકાયેલો છે પણ ટાઢો પડતો જાય છે તેમ તેમ સંકોચાતો જાય છે એટલે નીચેથી પાણી અરણીમાં ઉંચું ચઢતું જાય છે. સંપૂર્ણ ચઢવાનું પૂરું થતાં અરણીના ફે ભાગમાં પાણી ચઢે છે એટલે ફાસ્ફરસને બાળવામાં હવાનો ફે ભાગ ઑકસીજન ખપી ગયો અને ફે ભાગ નાઇટ્રોજન અરણીમાં બાકી રહે છે એમ આ પ્રયોગથી સમજાય છે.

આ રીતે ગમે તે સ્થળે ગમે તે સમયે પ્રયોગ કરતાં હવામાં ફે ભાગ ઑકસીજન અને ફે ભાગ નાઇટ્રોજન છે એમ સમજાય છે.

હવામાં રહેલા બીજા પદાર્થ:—આ બે વાયુ સિવાય હવામાં ૧થી ૪ ટકા વરાળ અને. ૪ કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ, સહજ અંભોનિયા વાયુ અને નૈટ્રિક ઍસિડ વાયુ છે. વળી હવામાં સેન્દ્રિય (ઇન્દ્રિયવાળાં) અને સૂક્ષ્મ જન્તુઓ, ધૂળ અને બીજા પદાર્થની રજકણો ભળેલી હોય છે જે એળિયામાં દેખાય છે. છતાં આ બધા વાયુઓ અને રજકણો કે જન્તુઓનું પ્રમાણ અતિ થોડું હોવાથી ઑકસીજન અને નાઇટ્રોજન એ બેજ મુખ્ય વાયુ ગણાય છે.

હવાના વાયુઓના ગુણ.

ઑકસીજનનો ગુણ-ધર્મ—ઑકસીજનને રંગ નથી, સ્વાદ નથી કે વાસ નથી. ઑકસીજનને નીકળતાં બાળીએ તો જાતે બળતો નથી પણ બીજા વસ્તુ હવામાં બળે છે તેના કરતાં ઑકસીજનમાં જ્વેસથી બળે છે. ઑકસીજનના શીશામાં ધગધગતો અંગારો ધરતાં ભડકો થાય છે, ચળકટથી બળે છે અને ઝડપથી બળે છે. ચણગારીવાળું લાકડાનું છોડીઉં કે કાલ્સો પણ ઑકસીજનમાં એકદમ સળગી ઉઠે છે. ભડકા સાથે બાળવામાં ઑકસીજન અગત્યનો છે; કેમકે ઑકસીજન બાળવામાં પોષક છે. હવામાંથી ઑકસીજન જતો રહે તો બળતું ચાલુ રહેતું નથી. હવામાં પદાર્થ બળે છે ત્યારે હવામાંના ઑકસીજન પદાર્થનાં કેટલાંક તરવો સાથે મળે છે અને

ઑકસાઇડ બનાવે છે. ધાતુનો કાટ એ ઑકસાઇડ છે. તે કાર્બન સાથે મળી કાર્બોનિક એસિડ બનાવે છે. મીથુઅતી કે તેલની સાથે ઑકસીજન મળતાં મીથુ કે ચરખી અને વાટમાંના કાર્બન સાથે મળી કાર્બોનિક એસિડ બને છે અને તેમાંના હાઇડ્રોજન સાથે મળી ગરમ પાણી-વરાળરુપ થઇ જાય છે. લોહીમાંના કાર્બન સાથે ફેફસાંમાં ઑકસીજન મળતાં કાર્બોનિક એસિડ અને હાઇડ્રોજન સાથે મળી બાષ્પ થઈ ઉચ્છવાસમાં નીકળી જાય છે. એથી આ દહનક્રિયા ચાલુ રહેતાં પ્રાણીઓનાં શરીર ખીજ પદાર્થો કરતાં ગરમ હોય છે અને ઝાડ નીચે હુંફ વળે છે. એથી શરીરમાં ધી, તેલ વગેરે ચરખીવાળા (કાર્બન X હાઇડ્રોજન તત્ત્વવાળા) પદાર્થ આપતાં ગરમી ટકી રહે છે કે ખૂટતાં એ પૂરી પાડે છે. દીવાની નીચેથી પવન આવવાની ગોઠવણ કરવાથી ખત્તી બળતી રહે છે પણ એ રસ્તો બંધ કરતાં ઑકસીજન ન મળવાથી હોલવાઇ જાય છે. ચૂલામાં ભડકા કરવા ભુંગળીમાંની હવાને દેવતા પર ધકેલતાં હવામાંના ઑકસીજનથી ભડકા થાય છે. ઑકસીજન બહુ ચંચળ છે તેથી દહન વખતે ઑકસીજન ઝટ મળી જાય છે અને તેથી ઉષ્ણતા અને પ્રકાશ નીકળે છે.

ઑકસીજન વગર મનુષ્યનાં કે પ્રાણીનાં ફેફસાંમાં ગરમી થતી નથી તેથી એ પવન પ્રાણીના જીવનને ખાસ ઉપયોગી છે.

પ્રમાણ—પાણી એ ઑકસીજન અને હાઇડ્રોજન મળીને બનેલું છે. પાણીમાંના અને વાતાવરણમાંના ઑકસીજન માત્ર સૃષ્ટિમાં ધૂટો છે અને બાકીનો તમામ ઑકસીજન ખીજાં તત્ત્વો સાથે મળી ગયેલો છે. સૃષ્ટિમાં જે-ટલો ઑકસીજન છે તેનો માત્ર ૨૦ લાખમો ભાગજ ધૂટો છે. આ કરતાં વધુ ધૂટો હોત તો સૃષ્ટિ ન હોત, ધન કે દ્રવ-પ્રવાહી પદાર્થ ન હોત, પ્રાણી કે વનસ્પતિ જીવી શકત નહિ; કેમકે અતિ ગરમી થતાં સૌ વાયુરુપ બની જાત.

ઑકસીજન તૈયાર કરવાની રીત:—૧. ચંબુમાં સિંદૂરને ખૂબ તપાવતાં પારો અને ઑકસીજન બુદા પડે છે. ગરમીથી પારો વરાળરુપ ધારણ કરી નળીમાં જઈ ખીજ બાબુએ ઠરે છે. ઑકસીજન બહાર નીકળે છે તે ચંબુગારી ધરવાથી સમજાય છે. તેને ઉપરથી ભરી શકાય.

૨. પોટેશિયમ કલોરેટ+ટેટ્રાજેન મેંગેનીસ ડાય ઓક્સાઇડ—મેંગેનીસ ડાયોક્સાઇડ તાંબાના વાસણમાં રાખી ખૂબ તપાવતાં આ વાયુ નીકળતાં જુદા જુદા શીશામાં એકઠો કરાય છે.

નાઇટ્રોજન-નૈટ્રોજન વાયુના ગુણ-ધર્મ—નૈટ્રોજન વાયુ દહન-અળવાને મદદ કરતો નથી તેથી એમાં સળગતી દીવાસળી કે મીણબત્તી મૂકતાં હોલવાઈ જાય છે. એમાં સ્વાદ નથી, રંગ નથી કે વાસ નથી. એમાં પ્રાણી જીવી શકતું નથી; કેમકે ગરમી ચાલુ રાખવાની એમાં શક્તિ નથી અને ગરમી ચાલુ રહ્યા વગર પ્રાણી જીવી શકતું નથી. તેથી ઉદર એ પવનમાં મૂકતાં તે મરી જાય છે. એ ઓક્સીજનની પેઠે બીજાં તત્ત્વો સાથે ઉતાવળો સંયોગ પામતો નથી. એ જાતે ઝેરી નથી છતાં ઘણા ઝેરી પદાર્થમાં એ દેખાય છે. એ જાતે અળતો પણ નથી.

ઉપયોગ:—આ વાયુ ઓક્સીજન સાથે મળી તેને મંદ કરી પ્રાણી-ઓના ઉપયોગનો બનાવે છે. સ્વતંત્ર ઓક્સીજન પ્રાણીઓથી સહન થઈ શકે નહિ. ઓક્સીજન સાથે એ વાયુ મળી તેને ઓગાળે છે. એ વાતાવરણમાંથી પ્રત્યક્ષ મળતો નથી છતાં પ્રાણીઓના શરીરની પેશીઓમાં—(ઝીણા તંતુઓમાં) હોય છે. એ પ્રાણી અને વનસ્પતિના જીવને આવશ્યક જરૂરનો છે.

ભેજનો ઉપયોગ:—હવામાં પાણીની વરાળ એ હવાનો ભેજ કહેવાય છે. ભેજથી વાતાવરણ ગરમ થઈ જતું અટકે છે યા ગરમ વાતાવરણને ઠંડું પાડી સ્થિર કરે છે તેથી પ્રાણી અને વનસ્પતિને હવા ઉપયોગી થાય છે. વળી હવાનો ભેજ જાતે પણ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિનાં શરીરને પોષે છે.

કાર્બોનિક એસિડ વાયુના ગુણ-ધર્મ—એ હવા કરતાં ભારે છે તેથી પૃથ્વી કે પાણીની સપાટીપર હવા નીચે રહે છે અને ઉંચે ચઢતો નથી. ભારે હોવાથી શીશામાં ઉપરથી રેડી ભરી શકાય છે. એને વાસ કે રંગ નથી. પડે અળતો નથી અને દહનને બંધ પાડે છે. અળતી મીણબત્તીપર એ વાયુ રેડતાં બત્તી હોલવાઈ જાય છે. અરણીમાં કાર્બોનિક એસિડ રેડતાં તળે બેસે છે તેથી અરણીનું મુખ ઉઘાડું રાખવા છતાં તળે અળતી મૂકેલી મીણબત્તી હોલવાઈ જાય છે. પોતે તળે બેસી પાતળી હવાને ઉપર કાઢે છે. કાર્બોનિક

ઑસિડવાળી બરણીમાં થોડું પાણી રેડી ઉપર હાથ વડે મુખ દાખતાં નીચેના પવનના દબાણથી હાથ ઉપરના વાયુનું દબાણ ચાલતું નથી તેથી દાખતાં બેર કરવું પડે છે. પણ બરણીને એજ રીતે હાથ રાખી ખૂબ હલાવીએ તો પછી હાથે બેર કરવું પડતું નથી. હવે હલાવતાં બરણીમાંના પવન નીકળવા દીધો નથી છતાં પવન કમી થતાં ઉપરના વાયુનું દબાણ હાથ પર વધ્યું છે એટલે અંદર વાયુ કમી થયો છે તે પાણીમાં ગળી ગયેલો છે અને પાણી સોડા વોટરની પેઠે જીભને ચચરાવે એવું થયું છે એટલે એ પવન પાણીમાં ઓગળે છે.

ચૂનાના નીતર્યા પાણીમાં કાર્બોનિક ઑસિડને રેડવાથી પાણી દૂધ જેવું ઘોળું થાય છે. રકાખીમાં ચૂનાનું નીતર્યું પાણી ભરી હવામાં રાખતાં પણ ઉપર ઘોળું પડ્યાજે છે ને ધીમે ધીમે ઘટ્ટ થતું જાય છે એ હવામાંના કાર્બોનિક ઑસિડથી થાય છે. ચૂનાના પાણીપર ટુંક મારી ઉચ્છવાસમાંના કાર્બોનિક ઑસિડ રેડીને પણ ઘોળું કરી શકાય છે.

હવામાં થઇ વરસાદ પડતાં કાર્બોનિક ઑસિડ વાયુ પાણીમાં થોડો ગળેલો હોય છે. કાર્બોનિક ઑસિડ વાયુ ગળેલો હોય એવું પાણી બેરથી ઝિકળે છે. ઘન પદાર્થ ઠંડા પાણીમાં કમી ગળે છે ને ગરમ પાણીમાં વધુ ગળે છે; પણ વાયુઓ ઠંડા પાણીમાં વિશેષ ગળે છે અને ગરમ થતાં હલકા થઇ નીકળી જાય છે. આ વાયુપર દબાણ કરી પાણીમાં ઓગાળી શકાય છે, પણ દબાણ ખસતાં ઉપર તરી આવે છે જેથી સોડાવોટર, લેમોનેડ વગેરેમાં દબાણનો ખૂબ ખસતાં ઉભરા રુપે બહાર નીકળવા બેર કરે છે, પણ તે પાણીમાં ગળેલો હોવાથી સાથે પાણીને પણ ઉંચું કરે છે.

ઉપયોગ—આ વાયુ ગ્રાણીને હાનિકારક પણ વનસ્પતિને ઉપયોગી છે. વનસ્પતિનું શરીર કાર્બન છે. વનસ્પતિનાં પાંદડાં સૂર્યપ્રકાશની મદદથી હવામાંના કાર્બોનિક ઑસિડને ચૂસે છે અને તેનું પ્રથકકરણ કરી કાર્બનને પોતાના શરીરમાં પહોંચાડી ઓક્સીજનને બહાર કાઢે છે, રાત્રે સૂર્યનાં કિરણ નહિ હોવાથી ઓક્સીજન લે છે અને કાર્બોનિક ઑસિડને બહાર કાઢે છે પણ રાત્રિની ક્રિયા મંદ હોય છે તેથી કાર્બનનો ઘણો ભાગ વનસ્પતિમાં રહે છે.

ગ્રાણીઓ રાત દિવસ શ્વાસમાં ઓક્સીજન લઇ કાર્બોનિક ઑસિડને

બહાર કાઢે છે આથી દિવસની આ બે ઉલટી ક્રિયાઓ એક બીજાને લાલકારી છે, પણ રાતની એકજ પ્રકારની ક્રિયાઓ એક બીજાને નુકસાનકર્તા છે. લાકડાં, ફાલસા, મીણુખત્તી, તેલ વગેરે બળતાં કાર્બોનિક ઑક્સિડ ઉત્પન્ન થાય છે, પણ હવામાં અતિ થોડું પ્રમાણ હોવાથી અને વનસ્પતિમાં વપરાતો હોવાથી પ્રાણીપર એની અસર વધુ થતી નથી. બળતા દીવા કે ભટ્ટી પાસે ઑક્સીજન ન આવે તો આ હવા સર્પ સમાન થઇ પડે છે અને રાતના સમયમાં ઝાડ નીચે સૂવું સારું નથી. ફેફસાંને સહજ પ્રમાણમાં સારું છે તેથી સોડાવાટરમાં વપરાય છે.

ઉત્પન્ન કરવાની રીત—ચાક કે આરસપહાણના કડકા પર મીઠાનો તેજળ રેડતાં એ ઝટ પરપોટારુપે છૂટે છે અને ઉપર એકઠો થાય છે તે રેડી બરણીઓમાં ભરી શકાય છે. આવી ભરેલી બરણીઓ સોડા, લેમોનેડનાં કારખાનામાં વપરાય છે.

કાળજી.

રચના—કાળજી એ કલેજી કે પિત્તાશય-યકૃત પણ કહેવાય છે. એ આશ્ચર્યકારક રમુજી અંગ છે. એ માંસનો મોટો ગોળો છે. આ મોટો ગોળો ન્હાનો અનેક ગોળા-કોષોથી બનેલો હોય છે. કોષોનો આકાર વિચિત્ર હોય છે. કલેજી બહારથી લીસું અને ચપટું હોય છે અને માંહેથી ખડખડું અને તેમાંથી નસો બહાર નીકળેલી હોય છે. કલેજાનો રંગ રતુમડો-રતાશ પડતો ભુરો હોય છે એ ન્હાતું અને અસમાન હોય છે. અંદરના ભાગે નસો (તન્તુઓ) પથરાયેલી હોય છે અને તેમાંથી નસો બહાર નીકળેલી હોય છે. કલેજાનો રંગ રતુમડો રતાશ પડતો ભુરો હોય છે. એના ન્હાતું અને મોટું એવા બે વિભાગ હોય છે. જમણો વિભાગ જમણી તરફ પાંસળીઓની નીચે ન્હાનાં આંતરડાંની ઉપર અને ડાબો વિભાગ ડાબા પડખા તરફ હોય છે. જમણો વિભાગ મોટો અને ડાબો વિભાગ ન્હાનો હોય છે. પુખ્ત વયના તન્દુરસ્ત મનુષ્યનું કલેજી ૩૦ રતલ વજનનું હોય છે. પેટની બખોલમાં જઠરની નીચે માંસનો ગોળો છે તેમાંથી નીકળતો રસ માંસરસ કહેવાય છે.

કાળજીનું કામ—કલેજી ખાધેલા પીધેલા ખોરાકને પચાવી લોહી બનાવવાની ક્રિયાને પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે મદદ કરે છે. અને બે મુખ્ય છે.

ઉપલા મુખમાંથી જઠરમાંના ખોરાકનો પાચન થઇ બનેલો પ્રવાહી દાખલ થાય છે. કલેજના પ્રત્યેક કોષમાં કારખાનાની પેઠે પાચનક્રિયાને લગતું કામ સ્વતંત્ર રીતે ચાલ્યા કરે છે અને પાચનક્રિયાને જરૂર પડતા પ્રવાહીઓ ઉત્પન્ન થાય છે.

જઠરના ખોરાકમાંથી લીધેલું વધારાનું ધાતુ અને મેલું (માતખર) લોહી (પ્રવાહી પદાર્થ) ન્હાના કોષોમાં પ્રવેશી પિત્ત બને છે. પિત્ત કોષોમાંથી બહાર નીકળી જીદી (પિત્તની) કોથળીમાં એકઠું થાય છે અને નકામું લોહી પણ કોષોમાંથી બહાર નીકળી જાય છે. કલેજનું પિત્ત ઉત્પન્ન કરવા ઉપરાંત ઘાડા મેલા લોહીમાંથી શર્કરા તેમજ ચરબીને સંગ્રહી-એકઠું કરી રાખે છે અને લોહીને ખપ પડે તેમ આપ્યા કરે છે.

જઠરમાં નરમ થયેલો ખોરાક આંતરડાંમાં પ્રવેશતાં માંસરસ મળી વધુ નરમ થાય છે અને એ ક્રિયાની પિત્તની કોથળીને ખબર થતાં તે તરત ઉઘટે છે અને પિત્ત આંતરડાંના નરમ ખોરાકમાં મળી જાય છે એટલે ખોરાક એકરસ થઇ જાય છે તેમ ચરબીવાળા-તેલવાળા પદાર્થને ઓગાળી લોહીમાં રુપાંતર કરે છે.

કલેજમાં પિત્ત ઉત્પન્ન કરવાની ક્રિયા રાતદિવસ બંધ પડ્યા વગર ચાલ્યા કરે છે તેથી એ વધુ કામ કરે છે તો પિત્ત વધી પડે છે ત્યારે બેચેની થાય છે એટલે પિત્ત થયું છે એમ કહેવાય છે.

કલેજના કોષો નિરંતર કામ કરતાં થાકી ન જાય કે નબળા પડી ન જાય તેના માટે હૃદયમાંથી બીજો રસ્તો થઈ તાજું લોહી જઈ મળી (કોષોનું) પોષણ કર્યા કરે છે.

સાવચેતી—પિત્ત વધી પડે તો પિત્તને ખેંચી પોતામાં ભેરવી દેતી વસ્તુઓ ખોરાકમાં આપવી નેહાયે. કલેજને તાજું લોહી મળ્યા કરે એવી હવા મેળવવી નેહાયે. ચરબી અને શર્કરા લોહીમાં મળી ન જાય તો પેટ વધી જાય છે. એવી સ્થિતિ બેસી રહેનારાઓની થાય છે તેથી લોહીમાં રુપાંતર થવા કસરત અને હિલચાલ વધારવી નેહાયે. ખીર અને ખીજ મદીરા વાપરવાથી કલેજ પર ઝટ અસર થાય છે અને કોષોના નાજુક તંતુઓ પેશીઓ) ની ખરાબી થઇ ઘણી વાર ગંભીર રોગો ઉત્પન્ન થાય છે, તેથી કેફથી કલેજને દૂર રાખવું નેહાયે.

બરોળ—એનું બીજું નામ **પ્લીહા** છે. એ પણ નરમ ગોળો છે અને હથેળી જેવડો હોય છે. કુમાશમાં ઘટ્ટ અને રંગે જાંબુઓ હોય છે. વજનમાં આશરે ૧૦૦ રતલ હોય છે અને તે જઠરના ડાબા છેડાની પાસે આવેલી હોય છે.

ઉપયોગ અને તજવીજ—બરોળ પાચનક્રિયાને મદદ કરનાર છે. એ લોહીને કલેજમાં મોકલે છે તેમ લોહીના ઘટક સાથે એનો સંબંધ છે એટલે આ એક કલેજના સંબંધનુંજ ઉપયોગી અંગ છે. બરોળ પર વિકાર થતાં પાચનક્રિયાને હરકત આવે છે.

બરોળ મલેરિયા (ઝેરી) તાવથી પ્રુલે છે ત્યારે શરીર ગળી જઈ પેટે વધેલું દેખાય છે. જંગલોનાં પાણીથી મલેરિયા તાવ ઉત્પન્ન થાય છે તેથી એવા પ્રદેશોમાં આ રોગ વિશેષ થાય છે. બરોળ વધતાં ફાટી જવાની દહેશત રહે છે; કેમકે એ ફાટતાં મૃત્યુ થાય છે. બરોળ સાચવવા મલેરિયા તાવને શરીરમાં નહિ પેસવા દેવા તજવીજ રાખવી એ સારામાં સારો ઉપાય છે.

મૂત્રપિંડ—એ બે ન્હાના અવયવથી બનેલું અંગ હોય છે. એ અવયવો શીંગના આકારના હોય છે. મૂત્રપિંડની લંબાઈ ૨ ઇંચની આશરે હોય છે. આ પણ કોષો અને નળીઓ મળી બનેલા માંસના ગોળાજ છે. એ પેઢાના પાછલા ભાગમાં બરડાની કરોડના નીચલા દરેક પડખામાં છેલ્લી પાંસળીની નીચે હોય છે અને અંતર્ગોલ (પોલી) બાજુઓ પીઠ ભણી વળેલી હોય છે. દરેક મૂત્રપિંડ કે ગુરદામાંથી એક લાંબી નળી નીકળી પેટની બન્ને બાજુએથી નીચે કાથળીમાં ઉતરે છે. આ મૂત્રપિંડની નળીઓની લંબાઈ ૧ ફૂટના આશરે હોય છે.

ઉપયોગ અને સંભાળ—મૂત્રપિંડ લોહીમાંથી મુતરના નામે પ્રવાહી કચરો જીદો પાડે છે અને નળીઓમાં ઉતરી કાથળીમાં એકઠો થઈ વખતો વખત નીકળે છે. મહેનત કર્યા પછી મૂત્રપિંડને પવન લાગતાં ઝટ શરદી થાય છે અને દુઃખદાયક કે રગસીઆ-લાંબો વખત પહોંચતા રોગો ઉત્પન્ન થાય છે યા ઘણીવાર મૃત્યુ થાય છે.

સૂર્ય.

રચના—સૂર્ય એ અતિ સખત બળતું વાતાવરણ છે. સઘળી ઉષ્ણતા અને

પ્રકાશનું મૂળ સૂર્ય છે છતાં પૃથ્વીપર તો માત્ર સર્વ ગરમીનો એ અબજોંશનો ભાગજ આવે છે. વધુ ગરમી આવતી હોત તો પદાર્થ માત્ર વાયુરૂપ કે વેરાતાં પરમાણુરૂપ બની જત અને વળી સૂર્યની ગરમી ખૂટી પડત. પણ બહુજ થોડો ભાગ આવતો હોવાથી સૂર્યની ગરમી ખૂટતી નથી.

સૂર્ય કદમાં બહુ ન્હાનો દેખાય છે પણ પૃથ્વી કરતાં ૧૩ લાખ ગણો મોટો છે. તે પૃથ્વીથી ૯ કરોડ ૨૬ લાખ મૈલ દૂર હોવાથી બહુ ન્હાનો દેખાય છે. આંખે આકાર ચપટો દેખાય છે પણ દૂરથીનથી ગોળ દેખાય છે. આંખે ગોળો પ્રકાશમાન છતાં માત્ર અર્ધો ગોળોજ પ્રકાશિત દેખાય છે. સૂર્ય બહુ મોટો હોવાથી પૃથ્વીને પોતાના તરફ ખેંચે છે અને પૃથ્વી દૂર જવાનું કરે છે તેથી એ સૂર્યની આળુઆળુ નિરંતર ફર્યા કરે છે. એજ પ્રમાણે કેટલાક ગ્રહોને સૂર્ય પોતાની ચોતરફ ફેરવ્યા કરે છે.

સૂર્યનું દ્રવ્ય—પરમાણુઓ પૃથ્વીના જેટલું ઘટ્ટ નથી તેથી એ પૃથ્વી કરતાં ૧૩ લાખ ગણો કદમાં છતાં વજનમાં માત્ર ૩ લાખ ગણોજ ભારે છે એટલે પૃથ્વી કરતાં સૂર્યનાં પરમાણુ $\frac{1}{4}$ સ્નેહાકર્ષણથી ભેડાયેલાં હોય છે.

નરી આંખે દેખાતો સૂર્ય માત્ર વચ્ચેના ઘટ્ટ ભાગ છે. એ વચ્ચેના ઘટ્ટ ભાગ તેજવરણ (તેજનું પડ) કહેવાય છે. આ પડ લોહું, નિકલ, રૂપું, સોનું ઇત્યાદિ ધાતુની વરાળથી અને વાયુથી બનેલું છે.

તેજના પડની ઉપર હજારો મૈલ પ્રસરેલું રંગાવરણ (રંગનું પડ) હલકી વરાળનું બનેલું હોય છે તેમાં થઇ પ્રકાશ (તેજવરણનું તેજ) આવે છે. રંગાવરણની બહારની બાજુએ લાખો મૈલ ફેલાયેલું મુકુટાવરણ (મુકુટ પડ) છે. આ રંગાવરણ અને મુકુટાવરણથી તેની વરણમાંથી નીકળી પૃથ્વી પર આવતી ગરમી નરમ પડી અર્ધી અસરવાળી રહે છે. આ આવરણ ખગોળ ગ્રહણ વખત દેખાય છે પણ હમેશાં પ્રકાશને લીધે અદૃશ્ય થઇ જાય છે, જેમ સૂર્યના પ્રકાશથી દિવસે તારા અદૃશ્ય થાય છે તેમ.

સૂર્ય પરના ઢેકા:—સૂર્ય ઉપર ઉપસી આવેલા ચળકતા વિચિત્ર આકારના ઢેકા હોય છે. આ ઢેકામાં હમેશાં ફેરફાર થયાં કરે છે અને તે તેજવરણથી કોઇ વાર લાખો મૈલ દૂર ફેલાઇ જાય છે. આ ઢેકા સૂર્યમાંથી નીકળતા પ્રકા-

શિત વાયુના સમૂહ છે. આ પ્રકાશિત ઢેકાની ગતિ કેટલીક વાર દર સેકન્ડે ૧૫૦ મૈલની હોય છે.

સૂર્યમાં થતાં તોફાન:—સૂર્યમાં રાત દિવસ નિરંતર મોટાં તોફાન થયાં કરે છે. સૂર્ય એ બળતું વાતાવરણ છે તેથી અતિ ગરમીથી ગરમ થયેલા વાયુ અને ઝગઝગતી વરાળથી આ તોફાનો થયા કરે છે.

સૂર્ય પરનાં કાળાં ધાબાં—કાળા ડાઘ—કાળા ડાઘા:—સૂર્યના તેજ-વરણ ભાગમાં પૃષ્ઠ પર વાયુથી ભરેલાં બાકાં હોય છે. આ બાકાંમાંના વાયુ નીચેથી (વાયુની અંદર આવેલાં તેજવરણ ભાગમાંથી) પ્રકાશને બહાર નીકળવા દેતો નથી તોપણ ઉલટું પ્રકાશનું શોષણ કર્યા કરે છે તેથી તેજવરણ ભાગપર કાળાં ધાબાં જણાય છે. આ કાળાં ધાબાંનો વિસ્તાર કરોડો મૈલનો હોય છે. વિસ્તારમાં હમેશાં ફેરફાર થયા કરે છે. આવાં ધાબાં ઠામ ઠામ હોય છે. આ ધાબાંની ગતિ પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફની હોય છે અને પશ્ચિમ તરફ જતાં પ્રત્યેક ધાબુ કેટલાક દિવસ દેખાઈ અદૃશ્ય થાય છે અને વળા ૧૨ દિવસે પૂર્વ તરફ તેજ ધાબુ દેખાય છે. આ ઉપરથી એમ અનુમાન થાય છે કે સૂર્ય પોતાના ધરીપર પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફની ગતિમાં ફેરે છે અને કક્ષામાં ૨૫ દિવસમાં ફરી રહે છે. કાળાની—કાળાં ધાબાંની સંખ્યામાં વર્ષો વર્ષ ફેર પડે છે—વત્તાં ઓછાં દેખાય છે. દર ૧૧ $\frac{1}{2}$ વર્ષે વધારેમાં વધારે સંખ્યામાં દેખાય છે. કાળાં ધાબાંની સંખ્યા પર વરસાદનો આધાર રહે છે એમ હાલ અનુમાન કરવામાં આવે છે. જે વરસે ધાબાં વધુ દેખાતાં હોય તે વર્ષે વરસાદ કમી થાય છે એમ માનવામાં આવે છે.

સૂર્ય એક તારો છે:—આવો ચમત્કારી સૂર્ય માત્ર આકાશના અસખ્ય તારા જેવો એક તારો છે. આથી પ્રભુની—તેના કર્તાની મહાન્ શક્તિનું આપણને જ્ઞાન થાય છે.

ચંદ્ર.

ચંદ્રના:—ચંદ્ર જાતે પ્રકાશિત નથી પણ અપ્રકાશિત અપારદર્શક ગોળો છે. સૂર્યનો પ્રકાશ ચંદ્રના પૃથ્વી તરફના અર્ધા ભાગ પર પડી પરાવર્તન પામી પૃથ્વી તરફ આવે છે તેથી એ પરપ્રકાશિત ચંદ્ર આપણને દેખાય છે. આખ વડે જોતાં ચંદ્રની સપાટીનો કેટલોક ભાગ ખીજ કરતાં વધુ કાળો દેખાય છે, પણ દુરબીનથી જોતાં એમાં ટાઢા પડી ગયેલા મોટા જવાળામુખી

પર્વતોની હારો, ખીણો અને મેદાનો જાણાય છે. પ્રથમ એ મેદાનોને સાગર માનતા હતા પણ હાલ ધારવામાં આવ્યું છે કે ચંદ્ર પર સરોવર કે નદીઓ નથી અને બિલકુલ પાણી નથી તેથી વાદળો થતાં નથી અને વાતાવરણ પણ જાણવા જેટલું નથી.

ચંદ્ર પૃથ્વીના $\frac{1}{4}$ ભાગ જેવડો છે પણ વજનમાં પૃથ્વીના વજનના $\frac{1}{8}$ ભાગ જેવડો છે એટલે ચંદ્રનું દ્રવ્ય-પરમાણુઓ પૃથ્વીના પરમાણુઓ કરતાં આછાં હોય છે.

ચંદ્રનું કદ પૃથ્વી કરતાં ન્હાનું છે અને તેનાં પરમાણુ આછાં છે તેથી તેનું તેના પૃષ્ઠપર થતું આકર્ષણબળ પૃથ્વીના પૃષ્ઠપર થતા આકર્ષણબળથી માત્ર $\frac{1}{6}$ ભાગ જેટલું હોય છે તેથી પૃથ્વીપરનો ૬ રતલ બોલને ચંદ્રપર લઇ જતાં માત્ર ૧ રતલનો થાય છે. ચંદ્ર પૃથ્વીથી ૨૪૦૦૦૦૦ મૈલ દૂર છે છતાં પૃથ્વીને ચંદ્ર વચ્ચે બીજાં આકાશી પદાર્થ નથી. કોઇ વખતે વચમાં ધૂમકેતુ કે ખરતા તારા આવે છે.

ચંદ્રની કળાની વૃદ્ધિ અને ક્ષય:—દર માસે સૂદ પડવાની રાત્રીએ સૂર્ય આથમતાની સાથે પશ્ચિમમાં ચંદ્ર ઝાંખા તેજવાળો સુંદર અળાયા (અલાયા-ઓળાયા) જેવો દેખાય છે અને દરરાત્રીએ પૂર્વ તરફ ખસેલો જાણાય છે. નરી આંખે બીજને દિવસે દેખાય છે તેથી બીજના ચંદ્રનાં દર્શન કરવા-બીજનો ચંદ્ર જેવા રિવાજ પડી ગયેલો હોય છે. ચંદ્ર જેમ પૂર્વ તરફ ખસતો જાય છે તેમ આકાશમાં વધુ વખત રહે છે અને મોટો થતો જાય છે. પંદર દિવસમાં પૂરેપૂરો વધી રહે છે અને સૂર્યાસ્ત વખતે પૂર્વમાં ઉગી આખી રાત્રી આકાશમાં ફરી સૂર્યોદય થતાં પશ્ચિમમાં અસ્ત થાય છે. પછી વદ પડવાથી રોજ મોડો મોડો પૂર્વમાં ઉદય થાય છે અને આકાશમાં સૂર્યોદય સુધી રહે છે. એમ ઘટતાં ઘટતાં વધી અમાસે બિલકુલ દેખાતો નથી. પણ સુદી પડવે વળી પશ્ચિમમાં સૂર્યાસ્ત પછી દેખાય છે. આ રીતે ચંદ્રની કળામાં વૃદ્ધિ (વધારો) અને ક્ષય (ઘટાડો) થયા કરે છે.

ક્ષયવૃદ્ધિનું કારણ:—પૃથ્વી સૂર્યની આબુબાબુ ફરતી પોતાની ધરી પર ફરે છે તેથી તે ગ્રહ કહેવાય છે, પણ ચંદ્ર પૃથ્વીની આબુબાબુ ફરી સૂર્યની આબુબાબુ ફરે છે તેથી એ ગ્રહનો ગ્રહ એટલે ઉપગ્રહ (ન્હાનો ગ્રહ)

કહેવાય છે. ચંદ્ર પૃથ્વીની આબુઆબુ રહ્યા દિવસમાં ફરી રહે છે. વળી ચંદ્ર ફરતી વખતે તેની એકની એકજ આબુ પૃથ્વી તરફ રહે છે એટલે પૃથ્વીની આબુઆબુ ફરે છે તેટલાજ વખતમાં તે પોતાની ધરી પર ફરી રહે છે તેથી માત્ર ચંદ્રનો અર્ધો ભાગજ આપણને દેખાય છે ને તેથી ચંદ્રની કળા જોવામાં આવે છે.

સૂર્યપરથી ચંદ્રપર પ્રકાશ પડતાં ચંદ્ર સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચમાં હોય ત્યારે સૂર્ય તરફના અર્ધા ભાગપર અજવાળું પડી સૂર્ય તરફ પરાવર્તન પામે છે તેથી સૂર્ય તરફનો ચંદ્રનો ભાગ પ્રકાશિત થાય છે, પણ પૃથ્વી તરફનો ભાગ અંધારામાં આવવાથી દેખાતો નથી; કેમકે પૃથ્વી તરફના ચંદ્રના અર્ધા ભાગ પર અજવાળું પડતું નથી. અમાસે રાત્રે આ પ્રમાણે ચંદ્ર, સૂર્ય અને પૃથ્વી વચ્ચે આવે છે તેથી એ રાત્રે ચંદ્ર પૃથ્વીપર દેખાતો નથી, પણ સૂદ પડવેથી સૂર્ય અને પૃથ્વીની સીધી લીટીથી ચંદ્ર દૂર ખસતો જાય છે તેથી રોજ રોજ વધારે વધારે પ્રકાશિત ભાગ દેખાય છે, અને એ રીતે ચંદ્રની કળા દેખાય છે. આ ચંદ્રની વૃદ્ધિ છે. ચંદ્રની પોતાની ગતિ કરતાં પૃથ્વીની ગતિ ઊંચાવળી છે તેથી આજે ચંદ્ર જે જગ્યાએ દેખાતો હોય તે સ્થળે દેખાવાને ચંદ્ર આવી પહોંચતાં ૫૪ મિનિટ વાર લાગે છે તેથી ચંદ્ર દરરોજ ૫૪ મિનિટ મોડો દેખાય છે તેથી અંધારીકે દરરોજ લંબાતું જાય છે અને એજ રીતે અજવાળીકે પણ દરરોજ વધતું જાય છે.

ચંદ્રગ્રહણ—ચંદ્ર નહાનો છે તેથી ચંદ્ર અને સૂર્યની વચ્ચે પૂર્ણિમાની રાત્રીએ પૃથ્વી તદ્દન સીધી લોટીમાં આવી જાય તો સૂર્યનો પ્રકાશ ચંદ્રપર જઈ શકતો નથી એટલે પૃથ્વીના પડછાયામાં ચંદ્ર આવી જાય છે. ચંદ્રપર પ્રકાશ ન પડવાથી દેખાતો નથી ત્યારે ચંદ્રગ્રહણ થયું કહેવાય છે. દર પૂનેમે ચંદ્ર, સૂર્ય અને પૃથ્વી એક સીધી લોટીમાં આવી જતાં નથી તેથી દર પૂનેમે ચંદ્રગ્રહણ થતાં નથી.

સૂર્યગ્રહણ—અમાસને દિવસે નહાનો ચંદ્ર સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચમાં તદ્દન સીધી લોટીમાં આવી જાય ત્યારે ચંદ્રપરથી સૂર્યનો પ્રકાશ પરાવર્તન પામી પૃથ્વી તરફ થોડા ભાગમાં ચંદ્રનો પડછાયો પડે એટલે સૂર્ય તેટલા ભાગમાં દેખાય નહિ ત્યારે સૂર્યગ્રહણ થયું કહેવાય છે. દર અમાસે એ ત્રણે અર્થે એક સીધી લોટીમાં આવી જતા નથી તેથી દર અમાસે સૂર્યગ્રહણ

થતું નથી. ચંદ્ર ન્હાને હોવાથી તે આડે આવતાં તેની છાયા પડે તેટલા ભાગનેજ સૂર્યગ્રહણ દેખાય છે.

ચંદ્રપર પ્રાણી કે વનસ્પતિ નથી:—ચંદ્રપર ૧૪૧૧૧ દિવસનાં દહાડો અને ૧૪૧૧૧ દિવસની રાત્રી હોય છે. દહાડો હોય ત્યારે ચંદ્રનું પૃષ્ઠ અતિશય તપે છે. પ્રાણીની વરાળ પ્રાણી વગર નહિ હોવાથી ગરમી શાન્ત પડતી નથી પણ વાતાવરણ નહિ હોવાથી પડતી ગરમી કિરણ રૂપે (ધથર મારફત) અવકાશમાં પ્રસરી જાય છે તેથી દહાડે ઉષ્ણમાન ઠારણિન્દુ—બરફ બનવાના બિન્દુ જેટલું ઠંડું રહે છે અને ૧૪૧૧૧ દિવસના અધારામાં ૩૦૦૦ શૂન્ય નીચેગરમી ઉતરી જાય છે એથી ગરમીના અભાવે પ્રાણી કે વનસ્પતિ ચંદ્રપર જીવી શકતાં નથી તેથી ત્યાં વસતિ નથી.

ગ્રહો અને તેમની કક્ષાઓ ગ્રહો:—પૃથ્વી, બુધ, શુક્ર, મંગળ, બૃહસ્પતિ—ગુરુ, શનિ, યુરેનસ અને નેપ્ચ્યુન એ આઠે ગ્રહ કહેવાય છે; કેમકે તેઓ સૂર્યની આસપાસ ફરે છે. ગ્રહને ફરવાનો માર્ગ કક્ષા કહેવાય. આ કક્ષામાંથી તે કદી ખસતા નથી અને ફરતાં કદી અટકતા નથી. સૂર્યની પાસે પહેલી કક્ષા બુધની, બીજી શુક્રની, ત્રીજી પૃથ્વીની, ચોથી મંગળની, પાંચમી ગુરુની, છઠ્ઠી શનિની, સાતમી યુરેનસની અને આઠમી નેપ્ચ્યુનની છે.

અંદરના અને બહારના ગ્રહો:—પૃથ્વી અને સૂર્યની વચ્ચેના હોવાથી બુધ અને શુક્ર એ બે ગ્રહો અંદરના અને બાકીના પાંચ ગ્રહો બહારના કહેવાય છે.

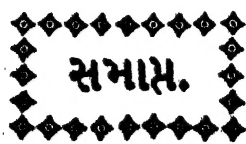
બુધ સૂર્યની પાસેનો પહેલો ગ્રહ છે. એ સૂર્યોદય પહેલાં કે સૂર્યાસ્ત પછી વધારેમાં વધારે ૧૧ કલાક સુધી ક્ષિતિજમાં દેખાય છે એથી જે દેશોમાં બન્ને વખત લાંબા સમય સુધી ઝળઝળું રહે છે તે દેશોમાં એ બરાબર દેખાતો નથી; કેમકે ઝળઝળાને લીધે એ ઝાંખો પડી જાય છે. કોપર્નિકસ ખગોળવેત્તા એજ કારણથી બુધને જોઈ શક્યો નહોતો. આપણા દેશમાં તો એ દર વરસે કેટલાક દહાડા સહેલથી જોઈ શકાય છે. ચંદ્રની પેઠે એની કળામાં વધત્રટ થાય છે પણ બરાબર જોઈ શકાતી નથી. એકલી આંખે જોતાં બુધ ચળકતો પીળચટો જણાય છે. બુધ અને સૂર્ય વચ્ચેનું અંતર ૩૧ કરોડ મૈલનું છે. એટલે પૃથ્વી અને સૂર્ય વચ્ચેના અંતર કરતાં એ અંતર ૨૧ ગણા કરતાં પણ ગ્રાહ્યું છે તેથી સૂર્યનાં કિરણોનો પ્રકાશ અને તાપ (ગરમી) પૃથ્વીપરના

પ્રકાશ અને તાપ કરતાં ઘણો વધારે એટલે સાતગણો પડે છે. બુધ પોતાની ધરી પર ૨૪ કલાકમાં ફરી રહે છે છતાં હાલની શોધ આ ગતિ ૨૪ કલાકની નહિ પણ ૮૮ દિવસની મનાય છે ! બુધ પોતાની કક્ષામાં સૂર્યની આબુ-આબુ ૮૬ દિવસમાં ફરી રહે છે. કદમાં બધા અહો કરતાં બુધ ન્હાનો છે.

શુક્ર.

બધા અહોમાં શુક્ર વધુ પ્રકાશિત અને સુંદર છે. અંધારી રાતે એના તેજથી પ્રકાશ જણાય છે અને સૂર્યના તેજથી તદ્દન ઝાંખો ન પડતાં કેટલીક વાર દિવસે પણ દેખાય છે. એ અહુ કેટલીકવાર પશ્ચિમમાં સંધ્યાકાળે અને કેટલીકવાર પૂર્વમાં સવારમાં મળરકે દેખાય છે, અને વધુમાં વધુ ત્રણ કલાક દેખાય છે. શુક્રની કળા બદલાયા કરે છે. એના પૃષ્ઠ પર ચંદ્રની પેઠે દુરબીનથી પર્વતો દેખાય છે. પૃથ્વીથી શુક્ર નજીકમાં નજીક આવતાં ૨૧ કરોડ મૈલના અંતરે રહે છે અને દૂર જતાં વધુમાં વધુ ૧૬ કરોડ મૈલનું અંતર પડે છે તેથી બિંબના દેખાવમાં તફાવત જણાયા કરે છે. એટલે કાંઈવાર ગોળ, કપાયેલો મોટો ગોળ, અર્ધગોળ, અળાયા (અલાયા) આકાર રૂપનાં બિંબ જણાય છે. શુક્ર સૂર્યથી ૬૧૧ કરોડ મૈલ દૂર છે પણ પૃથ્વી કરતાં સૂર્યની પાસે છે તેથી તાપ અને પ્રકાશ બમણો પડે છે તેથી ત્યાંની સાધારણ હવા આપણી હવા કરતાં ઘણી ગરમ હોય છે. શુક્રની આસપાસ વાતાવરણ હોય છે પણ અતિશય વાદળાં હોવાથી એ વાતાવરણ જોઈ શકાતું નથી. શુક્રના બન્ને ધ્રુવ પાસે બરફનાં મોટાં મેદાનો છે. કદમાં શુક્ર પૃથ્વી જેવડો મોટો છે. એ સૂર્યની આબુઆબુ ૨૨૪ દિવસમાં ફરી રહે છે. પોતાની ધરીપર ૨૩ કલાકમાં ફરી રહે છે, પણ હાલની શોધ પ્રમાણે ૨૨૫ દિવસે ફરી રહે છે એમ મનાય છે.

પૃથ્વીની ધરી પોતાની કક્ષા સાથે ૬૬૧ અંશનો ખૂણો કરે છે પણ શુક્રની ધરી પોતાની કક્ષાની સાથે ઘણો મોટો ખૂણો કરે છે તેથી શુક્રપર પૃથ્વીના જેવા ઋતુભેદ થવા છતાં અહીંના કરતાં વ્યભત્કારી થતા હશે એમ મનાય છે.



સમાપ્ત.

લાઈબ્રેરીમાં રાખવા જેવાં તૈયાર પુસ્તકો.

સુદ્ધિશાસ્ત્ર ભાગ ૧-૨ (પો. ૫-૬ ના વિદ્યાર્થીઓ તથા શિક્ષકો માટેજ ખાસ તૈયાર કર્યું છે. દરેક ભાગની કિંમત ચાર આના.

પ્રૃથ્વ ધર્મ અને સંઘ—બાહ્ય ધર્મ વિશેની દ્રુકમાં અને સરળ રીતે પુરેપુરી માહિતી આપનારાં શ્રીમંત મહારાજ શ્રી સયાજીરાવ આચાર્યાણી નમસ્ક અપાયેલાં ત્રણ બાપણુ. કિંમત છ આના.

કિન્ડરગાર્ટન માર્ગદર્શિકા—નવાં ધારણા પ્રમાણે કિન્ડરગાર્ટનનો વિષય શિખવના માટે બાલિકાઓનાં ચિત્રો સાથે ખાસ તૈયાર કરવામાં આવ્યું છે. કિંમત કાચા પુંઠાના છ આના અને પાઠા પુંઠાના આઠ આના.

રત્નમાળા. (ગુજરાતની પ્રાચીન ઐતિહાસિક વાતોનો મહત્વનો સંગ્રહ. કર્તા કવીશ્વર દલપતરામ ડાલાભાઈ બીજી આવૃત્તિ.) કિ. ૦-૧૨-૦

ગણિતના હબર હાથલા—(શિક્ષકો અને વિદ્યાર્થી બંનેને હ. પયોગી.) કિ. ૦-૧૨-૦

શ્રીમંત સયાજીરાવનું બીજી ઔદ્યોગિક પરિપક્વતાં બાપણુ કિ. ૦-૩-૧

બાપણુનો બહાર—બાળકેળવણીના સંમંધમાં માખાપોને ઉત્તમ સલાહકાર. દરેક દુરંબમાં અને લાઇબ્રેરીમાં ખાસ સંગ્રહવા યોગ્ય. કિ. રૂ. દોઢ.

દલપત સતરાપી—કવી. દલપતરામ ડાલાભાઈ કૃત ૧૭૦૦ દશાંતિક દોહરા. આખાળ રહ અને સ્ત્રી પુરુષ સર્વને સરખા ઉપયોગી. બીજી આવૃત્તિ. કિંમત ચાર આના.

આ તથા બીજાં સર્વે ગુજરાતી પુસ્તકો મળવાનું ઠેકાણું—

છપનલાલ અમરશી મહેતા.

મીનેજર—પ્રિન્ટિંગવર્ક એન્ડ બુક્સ એન્ડ નિસ.

અમદાવાદ.

ગુજરાતી શબ્દકોષ.

આ કોષમાં “ નવમેકોષ ” માંના શબ્દો ઉપરાંત હજારો શબ્દો
મોટે સંગ્રહ કરવામાં આવ્યો છે. શબ્દોની વ્યુત્પત્તિ અને વ્યાપાર મા
પ્રાચીન કાળો તેમજ આધુનિક લેખકોનાં લખાણોમાંથી અત્યારના પા
આપનામાં આવ્યાં છે. મોટા કદનાં ૫૨ ૧૦૦૦ ઉપર. ૧૬” ટાઈપ
કીમત મહેનતવાળા પ્રમાણમાં છેકળ ઓછી-માત્ર છ રૂપો આ.

શ્રીકૃષ્ણ-જીવન.

સુપ્રસિદ્ધ લેખક બાલુ નરીન અડમેતાના બંધાઈ પ્રાચીન ગદ્ય
આધારે આ પુસ્તકમાં નીચે પ્રમાણે પ્રકરણો છે:—(૧) પુરંદરનાન.
(૨) લાંડહમ (૩) સીધને, (૪) સુખનાર. (૫) ગન્મેલન.
(૬) મહાભારત. (૭) હાયા. (૮) અભિસાપ. (૯) મહાપ્ર.
સ્થાન. (૧૦) પ્રાપચિન. (૧૧) અવિષ્ય

તામદાર પ્રિન્ટિંગ સરકારે છનામ માટે તથા વડોદરા રાજ્યે મનામ
તમા લાખેરીઓ માટે મંજુર કર્યું છે. કીમત પાંચ અ. આ.

વિકૃતબુદ્ધિનો વિવાહ.

કામેડો, શાળાઓ વગેરેના મેળાવડા વખતે બચ્ચી સડાય તેવું
એ થઈ ગમ્મત કરાવનાર હાસ્યરસપ્રધાન વધુ આંકી સ્ત્રીપાત્ર વિનાર્ત
બધ નાટક વડોદરા રાજ્યની શાળાઓમાં છનામ તથા લાખેરીઓ માટે
મંજુર થયું છે. કીમત સાત આના.

કુસુમ માળા.

સમિત-ચોથી આવૃત્તિ.

શ. શ. નરસિંહરાવ જોશીનામનાં કાવ્યોનો સંગ્રહ. કી. આડે અઢાના.

પિન્ડિમેવડે એન્ડ પુસ્તક એજન્સી.

અમદાવાદ.